



**Universidad
Andrés Bello®**

UNIVERSIDAD ANDRES BELLO

Facultad de Ingenieria

Escuela de Obras Civiles

**TERMO SOLAR ATMOSFERICO PARA VIVIENDA SOCIAL EN LA COMUNA
DE FUTALEUFU**

Tesis de grado

Para optar al título de Ingeniero Constructor

Autor:

Joel Elías Aarón Vallejos Cortés

Profesora Guía:

Marcela Alejandra Silva Vallejos

Santiago de Chile, 2017

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de terminar mis estudios, guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi guía, mi luz y fortaleza en los momentos difíciles y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Darle las gracias a mis Padres Juan y Margarita y a mi hermano Fernando por su apoyo incondicional, por inculcarme valores cristianos y por haberme dado la oportunidad de una excelente educación que sin sus esfuerzos hoy no podría estar logrando este termino de etapa.

A mis amigos y compañeros de Universidad por confiar y creer en mí a pesar de estar lejos de casa, encontré en ellos una familia en la cual hicieron de mi etapa universitaria tiempos inolvidables.

Gracias a mi profesora guía Sra. Marcela Silva quien estuvo a disposición en todo el proceso de tesis, por su paciencia, motivación y criterio para corregir, solucionar y apoyar en los problemas que se generaron en relación al tema planteado en esta investigación.

Índice

Agradecimientos.....	2
RESUMEN.....	6
CAPITULO 1: Introducción	7
1.1 Necesidad de Energía Renovables	8
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivos Generales	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 Hipótesis	11
1.4 Problemas y Limitaciones	11
CAPITULO 2: Marco Teórico	12
2.1.- Comuna de Futaleufú	13
2.2.- Característica de la zona	15
CAPITULO 3: Energías Renovables.....	18
3.1 Energías Renovables.....	19
3.2 Clasificación de las Energías renovables	19
3.2.1 Energías Renovables Contaminantes	19
3.2.2 Energías Renovables No Contaminantes	20
3.3 Tipos de Energías renovables.....	21
CAPITULO 4: Energía Solar.....	26
4.1 Energía Solar	27
4.2 Como el uso de energía solar ayuda al medio ambiente.....	28
4.3 Energía Solar Fotovoltaica.....	29
4.4 Energía Solar Térmica.....	31
4.4.1 Energía Solar Térmica en el Mundo.....	31
4.4.2 Energía Solar Térmica en Chile.....	32
CAPITULO 5: Termo Solar Atmosférico.....	34

5.1 Sistema Termo Solar Atmosférico	35
5.2 Sistemas de captación solar	35
5.2.1 Colectores Plano	37
5.2.2 Colectores sin Cubierta	38
5.2.3 Colectores Tubos al vacío	39
5.3 Sistemas Split o circulación forzada	41
5.4 Sistemas Compactos o Termosifón	42
5.5 Componentes Principales del Sistema Solar Térmico.....	43
5.5.1 Características de los Componentes de ECONAPEL Y NGP	44
5.6 Dispositivos de Selección y Mezcla de Agua Caliente	45
5.7 Funcionamiento del Sistema Solar Térmico por termosifón	48
5.7.1 Uso Seguro del Sistema Solar Térmico.....	50
5.7.3 Estructura Soporte Colectores	50
5.8 Pérdidas de Energías	51
5.8.1 Pérdidas Térmicas en Cañerías	51
5.8.2 Pérdidas Térmicas en Acumuladores	51
5.9 Dispositivos de Seguridad y Protección.....	52
5.9.1 Protección frente a altas temperaturas	52
5.9.2 Protección contra Heladas	52
5.9.3 Protección frente a las máximas presiones	53
CAPITULO 6: Cuadros comparativos, resultados y cálculos	54
6.1 Referencia Sistema Termo Solar	55
6.2 Estudio existente de termo solar en la comuna.....	60
6.3 Orientación de Instalación.....	62
6.4 Consumo de Agua caliente	63
6.4.1 Diferencias de Temperaturas	63
6.5 Consumos.....	64
6.5.1 Calculo consumo Agua potable	64
6.5.2 Calculo Consumo Mezcla Agua Caliente con Agua Fría	65

6.5.3 Consumo por ducha.....	65
6.5.4 Calculo consumo de Gas.....	66
6.6 Costos Sistema Termo Solar Atmosférico.....	68
6.7 Diferencias de Inversión:	69
6.7.1 Flujo.....	70
6.8 Encuesta	71
6.9 Conclusión	77
BIBIOLGRAFÍA.....	80

RESUMEN

Esta investigación tratará sobre el estudio para generar Agua Caliente con Energía Renovable a través de un Termo Solar Atmosférico para una vivienda social ubicada en la comuna de Futaleufú, Provincia de Palena – Región de Los Lagos.

Se dará a conocer las diferentes Energías con aprovechamiento de la radiación Solar, estudiando la factibilidad en la implementación de la nueva tecnología para la obtención de Agua Caliente y así generar ahorros en los habitantes de la comuna de Futaleufú y apuntar a una comuna libre de contaminación con otras Energías Limpias.

Por medio de un estudio realizado a las personas de la comuna sobre esta nueva tecnología y su implementación, como además el estudio del funcionamiento del Termo Solar Atmosférico.

Se analizará una comparativa entre los valores que se generan con otros sistemas convencionales para generar agua caliente y la diferencia con el sistema de Termo Panel y el ahorro que se produce al hacer una inversión con la nueva tecnología de Energías Solar.

CAPITULO 1:

Introducción

Introducción

1.1 Necesidad de Energía Renovables

El sol, una fuente de vida y energía aprovechada por todos los seres vivientes, da origen a las diversas fuentes de energías que el ser humano ha ido utilizando desde los inicios de su historia, concediéndonos una gran cantidad de energías que hemos aprovechado hasta los días de hoy, pero más allá de ello puede satisfacer todas nuestras necesidades si logramos implementar sistema que la puedan aprovechar.

La tierra recibe la llamada radiación solar entrante desde la capa mas alta de la atmósfera. Un porcentaje de ella regresa al espacio mientras que el resto es absorbida por la superficie de la tierra y todos sus componentes. Es ahí donde se han implementado las diferentes formas de captar esa energia y convertirlas en energías renovables para satisfacer nuestras necesidades como ser humano con diferentes tipos de tecnología que el hombre ha ido inventando en el paso de los años.

La energía solar es una de ella, la cual aprovecha la luz y calor que provienen del sol y la convierten mediante sistemas tecnológicos en energías fotovoltaicas, colectores térmicos, energía eléctrica, entre muchas otras que se utilizan para diferentes tipos de consumos.

Como en el tiempo hay energías que se van agotando como lo son el gas natural, el petróleo, el carbón y el uranio, el impacto ambiental que producen éstos es preocupante por la alta contaminación que dejan en el agua, aire y el suelo. Junto con esto también existe la escasa tarea de querer buscar y desarrollar nuevas tecnologías que reemplacen a éstos combustible, como también la falta de centrales de producción de energía eléctrica, ha generado un alza en la producción de estas energías, como lo son petróleo y energía eléctrica, llevando a una disminución de producción de esta materia y un alza en la demanda por consumo.

Esto nos lleva cada día a una búsqueda constante por mejorar y encontrar una manera de sustentar éstas energías que contaminan mucho menos y que no se agotan. Además, con estos sistemas, hay que considerar que produciría un gran impacto social que implicaría el uso de energía poco contaminante en un mundo cada vez más preocupado del medio ambiente.

Energías que son importantes para la vida y satisfacción de nuestras necesidades, búsqueda por mejorar la calidad de vida a través de lo que estará enfocada esta tesis que es la calefacción y obtención de agua caliente, calefacción que será suministrada por la energía del sol, utilizando lo que llamaremos Termo Solar Atmosférico.

La formulación de este problema consiste en la implementación de esta energía renovable como un uso sustentable en viviendas sociales que hoy en día se encuentran en crecimiento a lo largo de nuestro territorio nacional. Pero más allá de ello, buscar una solución para mejorar la calidad de vida en tema de calefacción en la zona austral de nuestro país, la que ha sido afectada desde los inicios por su clima.

Este sistema se basa en termos solares atmosféricos mediante el aprovechamiento de la energía transmitida por el sol, para generar agua caliente en viviendas sociales situadas exclusivamente en la comuna de Futaleufú, provincia de Palena, Décima Región de Los Lagos.

Para ello su fin se basa en economizar los gastos que se producen por generar agua caliente en la zona, debido a estar localizada en una zona de difícil acceso y sus gastos poseen una alta inflación de precios en gas y leña, como así también, disminuir la contaminación y aportar a la comuna en temas ecológicos que en sus últimos años se ha ido implementando con mayor fuerza para hacer de esto una vida más saludable y sustentable para la localidad.

Como investigación, se analizará y llevará a cabo un estudio sobre las diferentes situaciones que viven los habitantes, conociendo así su principal fuente de ingreso para que este sistema pueda ser factible y llevado a cabo en gran parte de la comuna.

Se dará a conocer una información clara del funcionamiento del sistema de termo solar en las viviendas sociales, sus beneficios que produce en relación a los otros sistemas de calefacción y como se puede obtener la energía de ella proveniente del sol y todos sus beneficios que posea.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

- Analizar la factibilidad de generar agua caliente a través de Termo Solar Atmosférico con aprovechamiento de la energía solar, para una vivienda de la comuna de Futaleufú.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar si la instalación del termo panel atmosférico con energía solar en viviendas sociales de la comuna de Futaleufú resulta rentable respecto a los sistemas actuales ocupados por la población del lugar.
- Analizar los gastos que se producen para el funcionamiento de agua caliente mediante el sistema convencional de Calefón.
- Conocer el funcionamiento del sistema termo solar con alimentación directa del sol, sus diferentes ventajas en comparación con el sistema de calefacción a gas, su funcionamiento y componentes.
- Determinar si a través del sistema termo solar se produce un ahorro a corto plazo haciendo un cambio por la calefacción a gas y así, promover al ahorro en los habitantes por la gran alza que se produce de la implementación de gas por ser una comuna apartada y de difícil acceso.
- Estudiar la viabilidad de instalar el termo solar basada en la tecnología solar en la comuna de Futaleufú.

1.3 Hipótesis

Debido al clima, un factor principal para que el sistema de calefacción de agua caliente sea primordial, se desea investigar si es factible la implementación de esta tecnología obtenida de forma natural para la obtención de agua caliente en una vivienda social en la comuna de Futaleufú y así con el paso del tiempo ir implementando este sistema en toda la localidad para así generar cada día un ambiente más limpio, sin contaminación que se produce por el exceso de humo de la quema de leña en combustión y la contaminación del gas que se produce por la producción del calefón a gas.

Además se desea usar este sistema para ir reemplazando otros sistemas de calefacción que con el paso del tiempo se encuentran en las viviendas sociales y así apuntar a una Patagonia libre sin contaminación de sistemas que dañan el medio ambiente.

1.4 Problemas y Limitaciones

Una de las dificultades a realizar y usar esta fuente de energía hoy en día es el costo que implica adquirirlos en el mercado, si bien el costo por adquirir se amortiza con el tiempo y se recupera su inversión, la instalación puede realizarse con un poco de información y por cada persona que lo desea instalar.

Aun no existen beneficios o ayudas para quienes opten por esta fuente de energía renovable por parte del gobierno que desee implementar en forma independiente. En mayo del 2010 se aprobó un reglamento de ley N° 20365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos pero para toda empresa constructora que desee trabajar en las construcciones de viviendas sociales y requiera usar esta clase de sistemas en sus obras. Por otra parte, hay que estudiar la zona donde se desea implementar debido al clima que posea el lugar para que su fuente de energía que es el sol, pueda tener relación directa con este nuevo sistema.

CAPITULO 2: Marco Teórico

2.1.- Comuna de Futaleufú

Futaleufú es una comuna localizada en la Provincia de Palena, región de Los Lagos, Décima Región. Ésta provincia está ubicada en el extremo sureste de la Región de Los Lagos. Tiene una superficie de 15.301,9 km² y posee una población de 18.971 según el censo del 2002. Es el territorio ubicado más al norte de la Patagonia Chilena.

Entre las comunas de la provincia se encuentra Futaleufú, siendo la comuna más pequeña representando el 8,3% de toda la superficie de la provincia. Esta comuna fue fundada el 01 de Abril de 1929, por colonos que llegaron a la zona ingresando por el valle a través de la República Argentina, esto influyó que las costumbres y vocabulario que habían en aquella época, sea radicada en la comuna por la relación cercana que existía hasta los días de hoy, se radique actualmente en toda la Provincia.

Futaleufú, que el origen Mapudungún significa Rio Grande, es una pintoresca localidad enclavada en la Patagonia Chilena en medio de la Cordillera de los Andes, a 10 km. de la frontera con Argentina y a 368 km de la Capital Regional Puerto Montt.

La Comuna de Futaleufú es una localidad con variados atractivos para el turista, siendo entre las actividades del Turismo Aventura que destacan a nivel mundial el Rafting y el Kayak en el rio Futaleufú, dada las excelentes condiciones de sus rápidos y aguas de color verde turquesa y rodeado de naturaleza virgen, es considerado el rio uno de los 3 mejores Ríos del Mundo según los expertos de este deporte.

Debido a estar localizada al límite con la frontera de argentina, es parada de todo turista que hace su paso por la región. Teniendo variados atractivos turísticos que dejan al turista, en su mayoría, más del tiempo normal para disfrutar de la naturaleza, atractivos al aire libre, y variados deportes de aventura. Esto hace a la comuna dedicada en su totalidad al turismo y siento el principal ingreso económico para los pobladores que habitan la comuna y rubro de turismo.

En la comuna de Futaleufú, se comenzó hace algunos años un plan de desintoxicación para el sistema medioambiental, con esto, se desea producir una baja razonable de todo este tipo de producto contaminante, ya que en la comuna su principal fuente de atractivo e ingreso es a través del turismo. Es por esto, que se desea solucionar cuanta contaminación por gas o leña se produzca en la comuna y además, apuntar a la habilitación permanente de este sistema.

Con una posible implementación de este sistema, se desea ir disminuyendo el gasto y generando así un mayor aporte a un proyecto que aún no ha llegado a su fin.

Logrando por este medio, aportes para cada poblador que esté ligado al área del turismo para así llegar en varios años más al correcto funcionamiento de este programa en donde solo se aportara mínimamente a la contaminación.

Como gran parte de la comuna es rural, y el sistema turístico esta en ello, la población se auto sustenta con el agua que produce la misma naturaleza y no necesitando así estar conectada a un sistema general de agua, que solo dentro del pueblo aporta a los habitantes. Con esto, éste sistema de termo solar atmosférico no generaría un gasto extra en temas de alimentación del agua lo que sería un punto a favor para la comuna al llevar a cabo esta energía renovable.

2.2.- Característica de la zona

La población total de la comuna es de 3.382 habitantes, lo que equivale al 17,83 % del total de la Provincia y al 0,40% de la Región

Tabla N° 1: Antecedentes de Población

ANTECEDENTES	COMUNA DE FUTALEUFU	PROVINCIA PALENA	REGION DE LOS LAGOS
Superficie (km²)	1.280	15.301,9	67.013
Población Total	3.382	18.971	841.123
Población Urbana	2.130	7.624	734.379
Población Rural	1.252	11.347	338.756
Hombres	1.704	10.255	423.107
Mujeres	1.678	8.716	418.016
Densidad (hab/km ²)	2,60		

Fuente: Censo de Proyección de población 2015, INE– Futaleufú.

En cuando a viviendas sociales de la comuna de Futaleufú, con respecto a Pre-Censo año 2016, la comuna cuenta con:

Tabla N° 2: Tabla de cantidad de viviendas

Viviendas Sector Urbano	955
Viviendas Sector Rural	505
Total	1.460

Fuente: Elaboración Propia según datos entregados en la Municipalidad de Futaleufú.

Dando un estimativo de habitantes por hogar según datos entregados por INE- 2016 es de 4 habitantes aproximadamente.

El clima de la comuna y en general en toda la provincia es influenciado principalmente a los efectos del anticiclón del pacífico, cuya influencia alcanza casi toda la región, pero quedando la provincia sujeta a las características climáticas de la XI región. Esta comuna presenta características particulares a la provincia, debido a su localización montañosa, en ella las alturas andinas hacia el oeste y norte de la región comunal inducen un efecto de sombra de

lluvia, con lo cual la pluviometría es inferior al sector costero y las temperaturas de verano son mayores. Así, una gradiente pluviométrica a lo largo del río Futaleufú, donde las precipitaciones aumentan río abajo desde la frontera Argentina. En las alturas que rodean los valles de la comuna, las precipitaciones sobrepasan los 3.400 mm hasta los 2.243 mm en la propia localidad.

A continuación un desglose las precipitaciones promedio anual de Futaleufú en un año normal.

Tabla N° 3: Tabla de precipitaciones – Futaleufú

MES	AGUA CAIDA (mm)	Temperatura promedio (°C)
Enero	110	15.1
Febrero	79	14.5
Marzo	71	12.4
Abril	153	9.6
Mayo	270	6.8
Junio	274	4.7
Julio	317	4.1
Agosto	248	5.0
Septiembre	150	6.9
Octubre	130	9.3
Noviembre	114	11.6
Diciembre	98	13.6
Anual	1.904 mm	9.5 °C

Fuente: Pagina web www.Climate-data.org

Localización de la comuna de Futaleufú.

Imagen N° 1: Localización de la comuna



Fuente: Mapa SECPLAN Municipalidad de Futaleufú.

CAPITULO 3: Energías Renovables

3.1 Energías Renovables

(Energías Renovables Chile, 2008 - 2016) Refiere que las energías Renovables son la alternativa más limpia y pura que existe para el medio ambiente. Por eso, la podemos encontrar en la naturaleza en cantidades ilimitada y una vez consumidas, se pueden regenerar de manera natural o artificial. Estas energías son la fuente de todas las energías más limpias e inagotables que se producen de todas las conocidas, como lo son la solar, hidráulica y eólica. Estas energías son fuentes de abastecimientos que contribuyen con todo el medio ambiente, aplicándose en zonas urbanas como rurales, y haciendo reemplazos con los sistemas cotidianos que conocemos, como lo son el gas y la luz.

“Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), frente a las fuentes convencionales, las energías renovables son recursos limpios cuyo impacto es prácticamente nulo y siempre reversible” (¿Que son las Energías Renovables? Twenergy, 2012).

3.2 Clasificación de las Energías renovables

3.2.1 Energías Renovables Contaminantes

También llamadas energías sucias o verdes, son aquellas conocidas por su impacto de contaminación en el medio ambiente. Estas energías se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa.

Están dentro de las energías renovables, ya que sus fuentes de origen con la naturaleza se pueden utilizar directamente como combustible (materia vegetal sólida u madera) que a través de un proceso de fermentación son convertidas en biogás o bioetanol. También son utilizadas en biodiesel, mediante reacciones de transesterificación y de los residuos urbanos.

Según (Energía Renovable Contaminante, 2011), éstos tipos de energías renovables contaminantes están relacionadas a las emisiones de Dióxido de carbono al medio ambiente, uno de los principales agentes contaminantes que causa un sin fin de trastorno al bienestar de los seres vivos que están en la naturaleza.

Si bien son utilizadas como fuentes de energías renovables, es en su proceso que se emplean estos tipos de contaminantes, siendo aplicables generalmente a la biomasa, en su etapa de siembra, recolección y transformación, donde un mal proceso en su tratamiento indebido da un salto a la emisión de carbono.

En el caso de los biocombustibles, también provenientes de la biomasa, en un principio la emisión de dióxido de carbono era aún superior a la que se obtenía por la quema de combustibles fósiles, pero con el paso del tiempo y de las nuevas tecnologías esta contaminación ha ido bajando. Además de la emisión de gases de efecto invernadero y otros tipos de emisiones sólidas.

3.2.2 Energías Renovables No Contaminantes

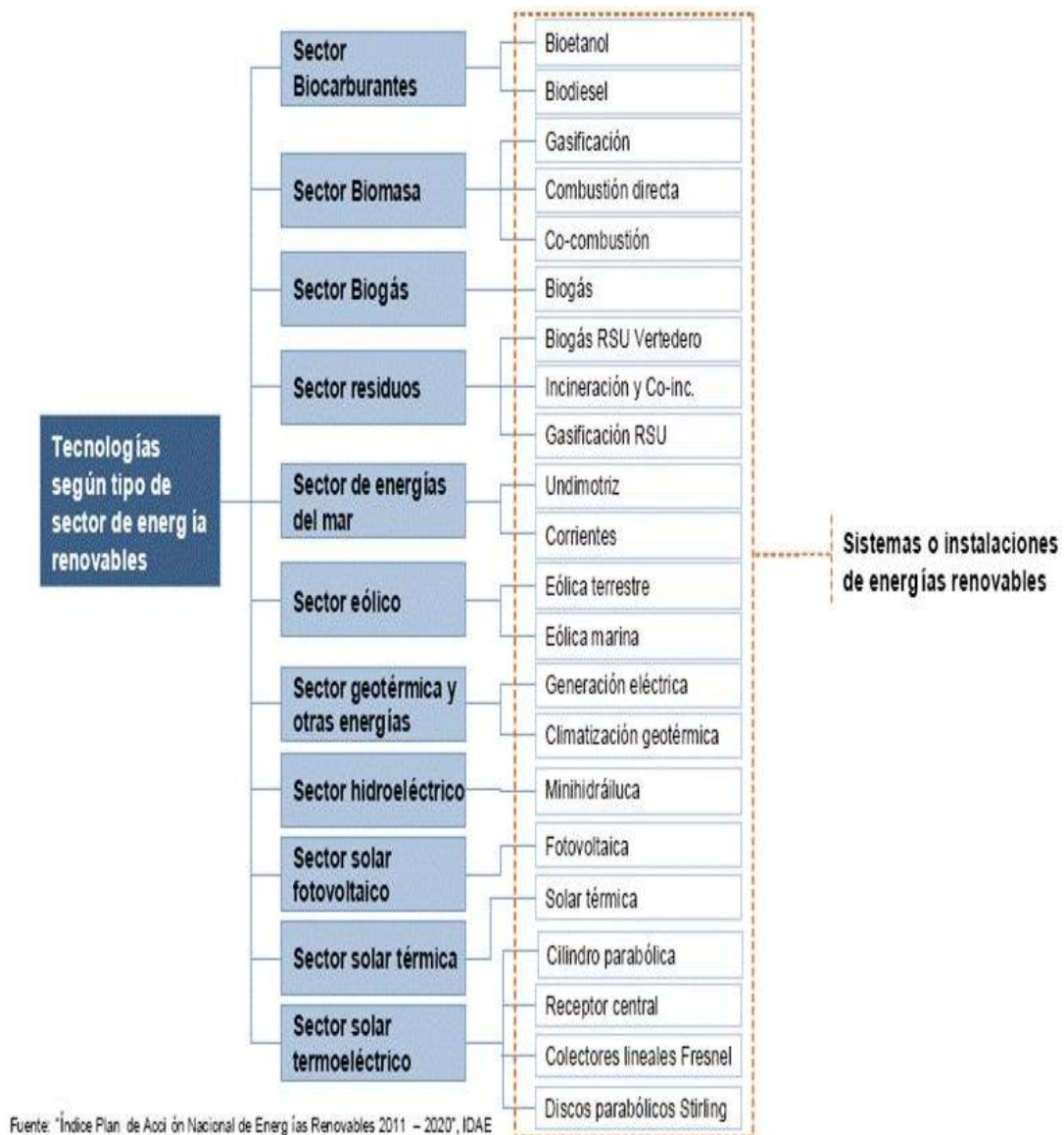
(Carlos Aliaga, 2009, pág. 30) Nos dice en relación a las energías no contaminantes o también conocida como energías limpias o verdes son aquellas que no producen ningún tipo de contaminantes en el rango de las energías renovables que en su fuente de aprovechamiento no emiten contaminantes al medio ambiente. Existen varias formas de obtener estas energías y fuentes de donde se obtienen, entre las que destacan la energía solar, energía hidráulica, energía eólica, energía geotérmica, energía mareomotriz y biomasa que son las más utilizadas en la actualidad.

Estas energías destacan debido a la importancia que se le ha tomado en los últimos años, debido a que los problemas en el medio ambiente están tomando mayor relevancia a nivel mundial y situaciones como el calentamiento global son cada vez más preocupantes, dado que estos tipos de energías han mostrado gran crecimiento dentro de las matrices energéticas de los países.

3.3 Tipos de Energías renovables

Atendiendo al tipo de energías renovables, en la tecnología renovable se han clasificado en 11 sectores distintos y 22 tipos de energías renovables.

Imagen N° 2: Tipo de sector de energía renovable.



Fuente: Índice Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011 - 2020, IDAE

Algunos tipos de energías renovables más conocidas en la actualidad son las siguientes:

- **Energía Solar:** Energía producida por el sol la cual es convertida a energía útil para el ser humano ya sea en energía térmica, para generar agua caliente, o energía fotovoltaica para producir electricidad.

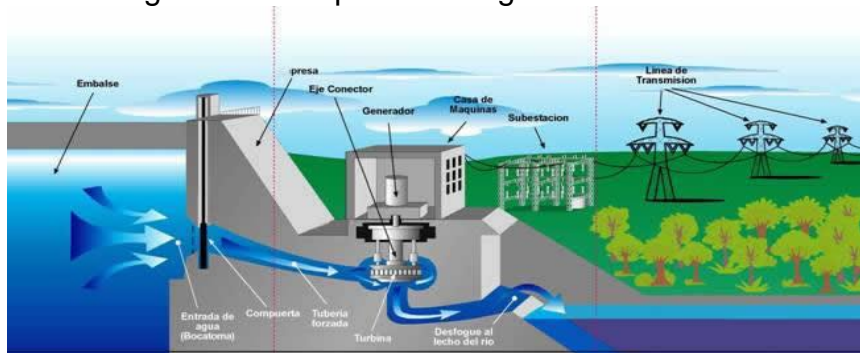
Imagen N° 3: Esquema Energía Solar



Fuente: página web: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/>

- **Energía Hidráulica:** Energía renovable que se obtiene de transformar la energía potencial y cinética de los saltos de agua o la corriente y la transforma en electricidad.

Imagen N° 4: Esquema Energía Hidráulica



Fuente: Pagina Web

<https://tecnolowikia.wikispaces.com/Energ%C3%ADa+Hidr%C3%A1ulica>

- **Energía Eólica:** Energía renovable que usa el viento para transformarla a energía eléctrica a través de aerogeneradores. El viento en su trayectoria mueve las palas de los aerogeneradores, que al girar, mueve un generador que convierte este movimiento en energía eléctrica.

Imagen N° 5: Aerogeneradores – Central Eólica

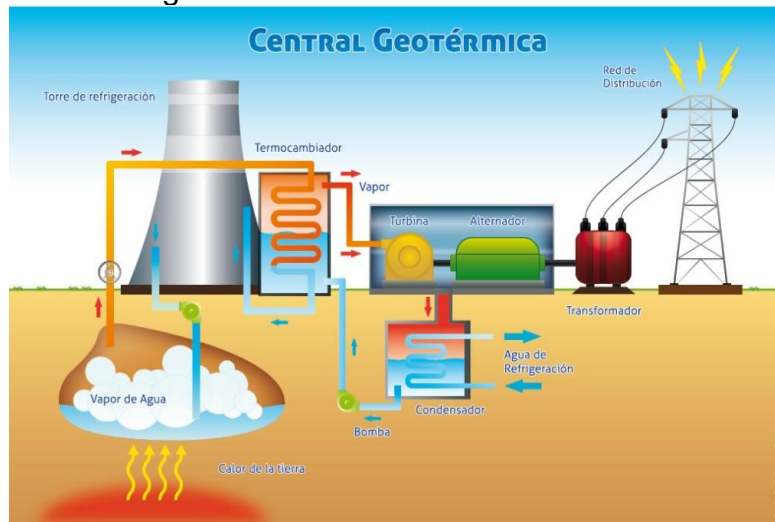


Fuente: página web

<https://erenovable.com/aerogeneradores-eolicos/energia-eolica>

- **Energía Geotérmica:** Energía renovable que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor natural que existe en el interior de la tierra que se utiliza principalmente para calefacción, electricidad o climatización.

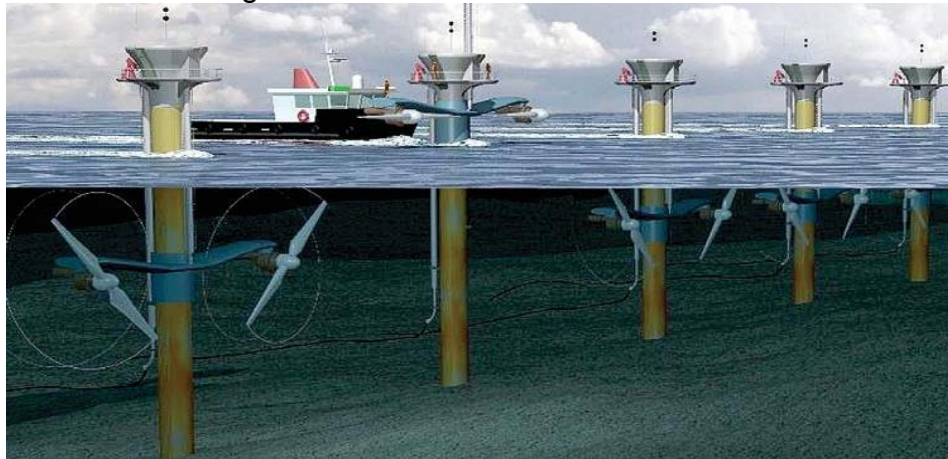
Imagen N° 6: Central Geotérmica.



Fuente: página web <http://lasenergiasrenovables.weebly.com/e-geoteacutermica.html>

- **Energía Mareomotriz:** Energía renovable que aprovecha el movimiento generado por las mareas y mediante turbinas mueven la mecánica de alternadores las cuales las transforma y genera energía eléctrica.

Imagen N° 7: Central Mareomotriz

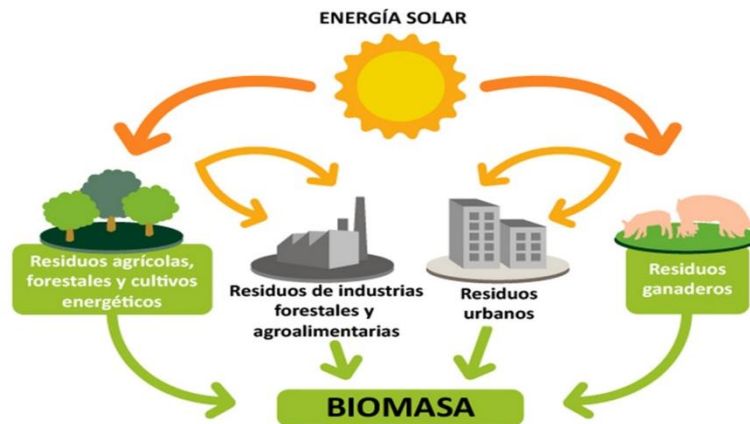


Fuente: página web

<https://ecoagroconstruccion.wordpress.com/2015/09/26/energia-renovables-6-energia-mareomotriz/>

- **Energía de la Biomasa:** Es un tipo de energía renovable que se obtiene de los compuestos orgánicos mediante procesos naturales. Con esta materia se transforman en otros combustibles como alcohol, metanol, aceite o biogás de composición parecida el gas natural, a partir de desechos orgánicos o industrial.

Imagen N° 8: Biomasa.



Fuente: página web <http://ebasl.es/producir-energia-con-la-biomasa/>

Todas estas energías anteriormente nombradas, se obtienen de forma gratuita a medida que la naturaleza nos la da, energías limpias y que nunca se acabaran.

Para efecto de ésta investigación nos enfocaremos en la Energía Solar, con aprovechamiento del Sol, que además, deriva a la Energía Solar Térmica. A través de esta última energía, nos servirá para la producción de agua caliente mediante el sistema de Termo Solares Atmosféricos.

CAPITULO 4: Energía Solar

4.1 Energía Solar

“La energía solar es la obtenida mediante la captación de luz y calor proveniente de la radiación del Sol” (Carlos Aliaga, 2009, pág. 32).

La radiación solar contiene en sí, enormes cantidades de energías y tanto así que produce casi todos los procesos naturales que hay en la tierra. Pero aunque esta energía sea abundante, hace pocos años, era muy difícil de poder obtenerla pero a los días de hoy se ha ido implementando en este punto a nivel mundial y se ha optado por generar nuevos sistemas que aprovechen estas energías que no son contaminantes y provienen de una fuente gratuita.

Esta energía renovable no produce ningún gas contaminante de efecto invernadero ni tampoco otras emisiones que dañen el medio ambiente como ocurre en el caso contrario de las energías no renovables (combustibles fósiles).

Las diferentes tecnologías solares se pueden clasificar en pasivas o activas según cómo capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores solar térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas, se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al Sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios mediante ventilación natural. (Energía Solar Wikipedia, 2016)

Una de las desventajas de este tipo de energía proveniente del sol es su misma naturaleza, el clima. Puesto que dependen de las condiciones climatológicas para funcionar de forma correcta, por ejemplo energía eólica depende del viento, energía solar depende directamente del sol pero así las llamadas energías verdes van cada día innovando para mejorar su captación y así generar un perfecto funcionamiento.

4.2 Como el uso de energía solar ayuda al medio ambiente

En los últimos años se ha ido implementando en este tipos de sistemas debido a la constatación de las autoridades por el calentamiento global y la gran contaminación de CO₂ hacia el medio ambiente.

Este problema se vio reflejado más fuerte en el año 2003 cuando se presentaron condiciones climáticas extremas y una onda de calor en todo el continente Europeo, además a finales del 2014 las grandes nevazones que se produjeron en el Norteamérica, dejó en evidencia este problema hacia la naturaleza y lo que estaba afectando a ella a través del efecto invernadero. Otra noticia que llamo la atención además fue la quema constante de combustibles fósiles que se estaba produciendo como el carbón para la producción de electricidad y gas para las calefacciones de agua, generaban constantes cantidades de Dióxido de Carbono a la atmósfera, contribuyendo así a este nocivo fenómeno que afecta gravemente a nuestro medio ambiente.

Es por esto que se comenzó a una búsqueda constante para poder solucionar este tipo de problema que estaba afectando el medio ambiente a grandes paso y se pasó a buscar soluciones por las energías renovables para los diferentes usos que se ocupan. Así, se comenzó a disminuir en la contaminación y estas energías fueron haciendo reemplazos a los sistemas contaminantes que afectaban nuestro entorno, pero aún se sigue implementando este tipo de energías ya que en un principio eran de muy altos costos para poder producirla y no había un tipo de financiamiento o subsidio para poder implementarla en todo lugar que la necesite.

Al hacer uso de energías renovables los combustibles fósiles comenzaron a disminuir ya que en promedio por cada 1 kWh (kilowatt/hora) de energía producida por una central eléctrica de carbón, se produce 1 kg de CO₂. Al quemar gas natural para producir electricidad o para producir agua caliente, se genera alrededor de 450 grs de CO₂ por cada kWh de energía producida. Al calentar el agua sanitaria representa el 30% de las emisiones de CO₂. Estas cifras preocuparon a las autoridades y fueron estas la que llevaron a buscar una solución más óptima de generar energías que ocupamos para nuestro sustento. Como por ejemplo una solución con estas energías renovables fueron el termo solar que puede proporcionar entre un 50 – 80% del agua caliente, y las emisiones de CO₂ se reducían en más de un 20%.

En la Energía Solar encontramos dos tipos de categorías, la energía Térmica y la Energía Fotovoltaica.

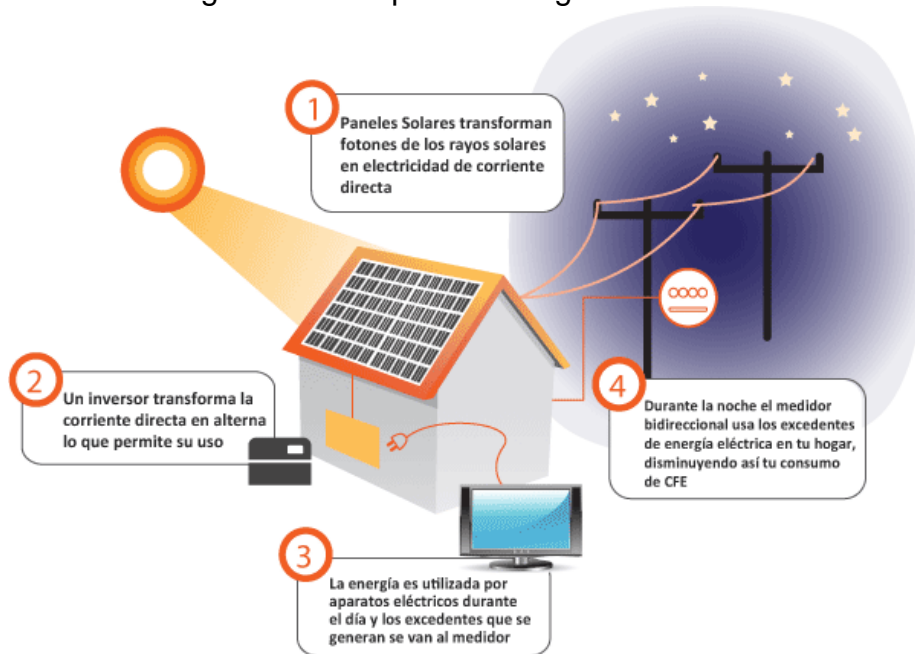
4.3 Energía Solar Fotovoltaica

El sistema Fotovoltaico aprovecha los rayos del sol para transformar la energía en electricidad. La función para convertir la radiación solar en electricidad se realiza mediante un módulo llamado fotovoltaico. Esta corriente producida es corriente continua a un voltaje que generalmente es de 12 voltios, dependiendo de la configuración que la desean, como también existen transformaciones a los 24V y 48 V.

La energía producida mediante fotovoltaica es almacenada en baterías, para que sea utilizada en cualquier momento que se desee y no siempre cuando está disponible la radiación solar. Esta energía es producida en cualquier momento, incluso cuando los días están nublados, sigue generando y acumulando energía.

El sistema fotovoltaico permite la alimentación autónoma de equipos de iluminación o todo lo que necesite alimentación de corriente eléctrica. EL módulo fotovoltaico o generador fotovoltaico está conformado por una batería (sistema de acumulación) un regulador de carga (equipo de control) y las cargas en corrientes continua (iluminarias, equipos varios).

Imagen N° 9: Esquema Energía Fotovoltaica



Fuente: Pagina Web <https://www.eco-energia-mty.com/funcionamiento>

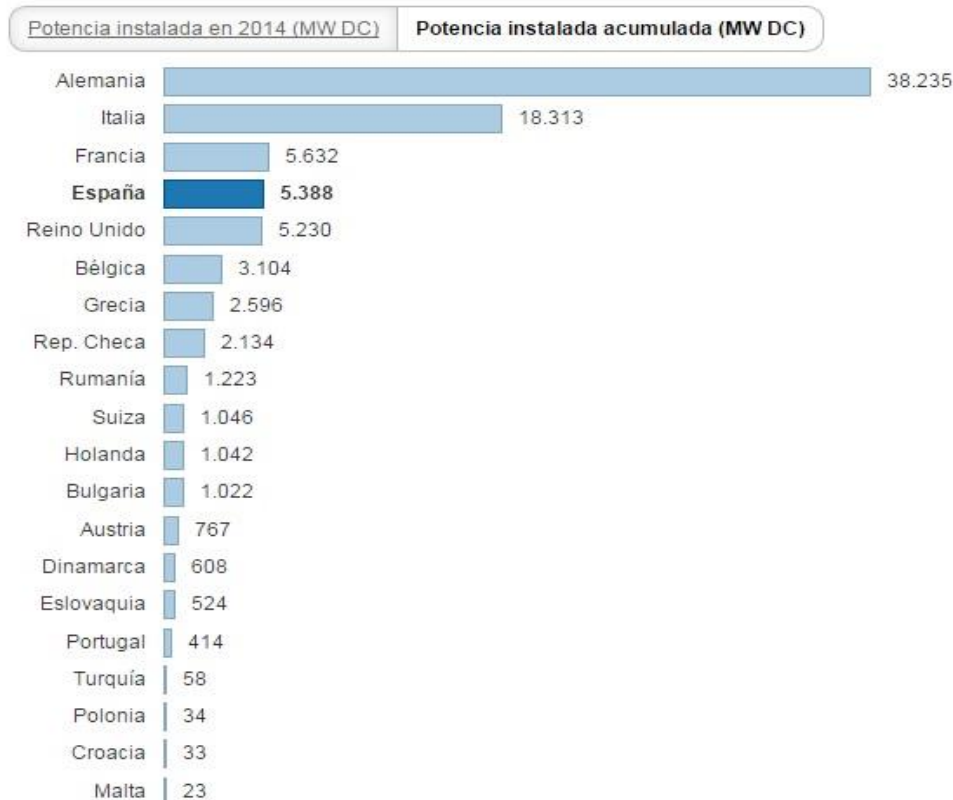
España, que ha sido un referente mundial en este tipo de energía y el aprovechamiento del calor, en el año 2008, generaba el 47% del total de energía del país con energía fotovoltaica, pero en el año 2013 el gobierno sacó un decreto de cobrar un impuesto al sol, lo que hizo decaer en esta energía lo que dio paso, en la actualidad, que Alemania sea el país que más megavatios de corriente continua genera en un año.

La asociación de la Industria Fotovoltaica Europea (EPIA) “estima que la potencia instalada de energía solar en el mundo podría situarse entre los 396 y 540 GW (Gigavatios) en el año 2020, frente a una capacidad acumulada de 178 GW a finales de 2014” (José A. Roca, 2015), siendo el año que se instauró nuevos registro en temas de instalaciones, dando un total de 40 GW.

1 GW = 1 000 000 000 W (vatios)

A continuación, el grafico nos muestra el volumen de energía fotovoltaica (medidas en megavatios de energía continua) que son capaces de generar las plantas solares instaladas en los países Europeos.

Imagen N° 10: Energía fotovoltaica instalada en Europa.



Fuente: Diario La Vanguardia – Global Solar Power

“Chile es por lejos el líder sudamericano cuando se trata de energía solar” (Diario El Dinamo, 2015), generando 0,5 GW de capacidad fotovoltaica según un estudio publicado por Bloomberg a mediados de año, lo que equivaldría a 1,2 miles de millones de dólares en inversión. Según informa (Diario El Dinamo, 2015), para fines del 2015 se calcula que sólo nuestro país producirá 1,1 GW de energía limpia con 680 MW de proyectos Fotovoltaicos y 419 MW del viento, todo ésto debido a poseer el desierto más árido del mundo lo que hace ser fundamental para instalar este tipo de energía verde.

4.4 Energía Solar Térmica

Esta energía térmica aprovecha el calor del sol para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstica, ya sea agua caliente sanitaria, ducha, calentar piscinas, climatización en edificios o para el uso industrial que se necesite agua caliente. Además se puede dar uso de mover turbinas que generen electricidad, pero ya es una tecnología más compleja usada hoy en día solo en Europa.

4.4.1 Energía Solar Térmica en el Mundo

La energía Solar térmica alrededor del mundo según (Energía Solar Térmica - Técnicas para su aprovechamiento, 2010) sigue siendo escasa, pese a que algunos países empiecen a percibir ciertos interés de cambio que permiten ser más optimista de cara al futuro. Sin embargo, el interés de cada persona por optar a este tipo de energía que genere agua caliente, se suma a las ayudas e incentivos que se han puesto en marcha por varios países del mundo y a la reducción de precios de los captadores solares en algunos mercados especialmente activos como lo son China y Japón.

Por otra parte (Lopez-Cózar, Octubre 2006, págs. 23-24) en el Manual de Energías Renovables indica que en la actualidad, la capacidad de energía solar instalada en el mundo supera a la de otras renovables con altos índice de desarrollo, como es el caso de la energía eólica. La energía solar térmica ha alcanzado unos niveles de popularidad impensables hace tan solo unos años, y no solo en la producción de generar agua caliente, sino también en cuanto a la calefacción de viviendas.

En lo que abarca con el tiempo, la mayor cantidad de los captadores de energía térmica que hay en el mundo tiene como objetivo la producción de agua

caliente para uso doméstico. Llevando a los países fríos un gran interés por este sistema por el gran aporte que genera en calefacción aprovechando estas energías, ya que se son instaladas y usadas con mayor costumbre en viviendas familiares como para otros tipos de instalaciones colectivas.

También el Manual nos indica que según la zona del mundo que nos podamos encontrar, varía la producción y adquisición del sistema de tamaño de instalación, así como el porcentaje total de la demanda que ocurre. Esto en general sucede en países como China, Australia, Nueva Zelanda o Europa donde las nuevas edificaciones están optando por un nuevo sistema y dando prioridad y paso a las energías renovables con el aprovechamiento de la energía solar térmica para que los hogares puedan tener estos sistemas para consumo domiciliario hasta la climatización de piscinas.

Según datos del solar Heat Worldwide 2004, china posee un 40% de los captadores de energía térmica colocados en el mundo, seguido de Japón, Turquía, Alemania e Israel con altos índices de crecimientos en los últimos años. Sin embargo, Chipre, un país que recientemente se ha incorporado a la Unión Europea es el país que más cantidad de energía solar térmica aporta por habitante en el mundo, con 431 KW térmico por cada 1000 habitantes. En este país más del 90% de los edificios construidos están equipados con captadores solares térmicos, lo que representa más del doble de la capacidad instalada por habitante en otros países europeos con gran tradición solar.

4.4.2 Energía Solar Térmica en Chile

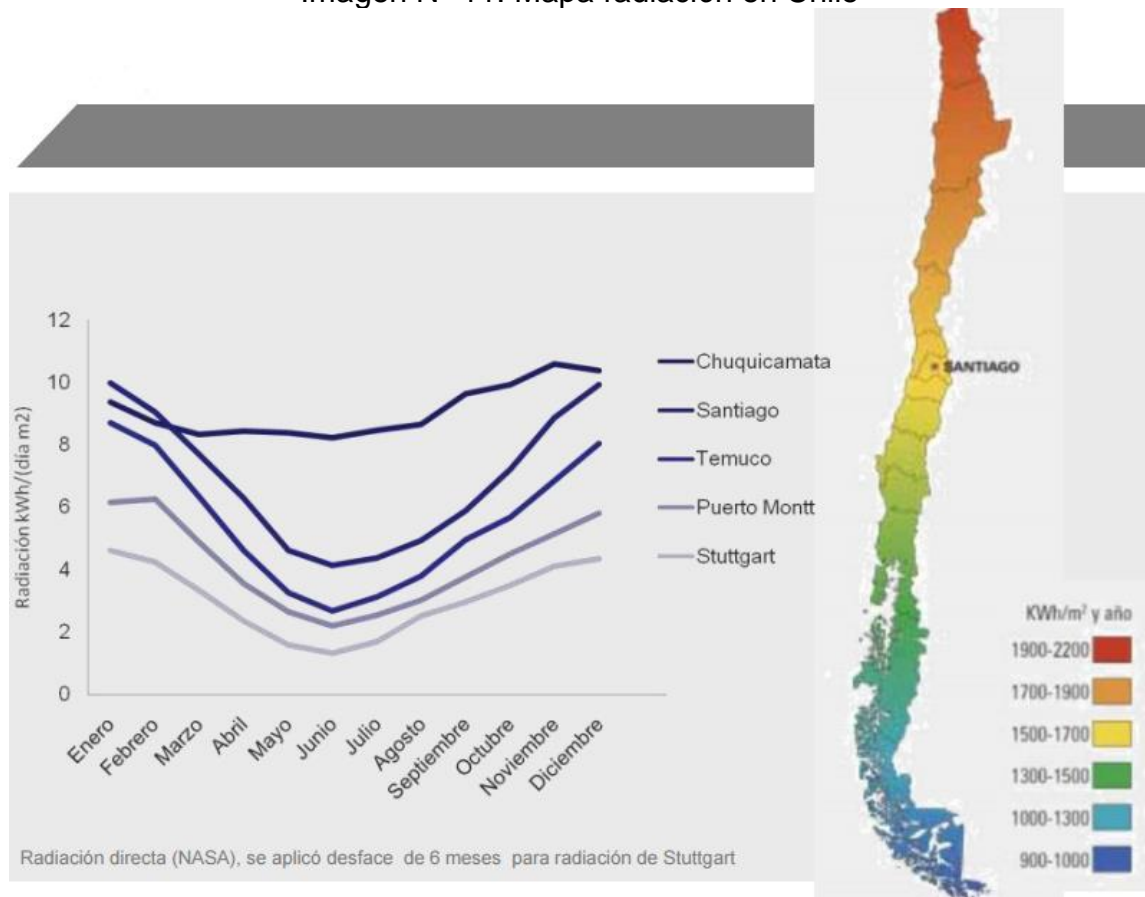
En Chile, según datos entregados por la Sociedad prestadora de servicios Antusolar, la radiación solar proporciona por término medio alrededor de 1200 kWh/m²/año, lo que corresponde a un contenido energético de cerca de 120 litros de kerosene o de 120 m³ de gas natural, lo que representa, más o menos, para el conjunto del territorio nacional a un potencial energético de más de 50.000 millones de Toneladas Equivalente Petróleo. (Antusolar, Solar Termico, 2010)

En general y dato en conocimientos general, en Chile se posee el desierto más árido ya que posee uno de los niveles más altos de radiación en el mundo, por ende la energía térmica en nuestro país, es utilizada frecuentemente en el norte.

Para la instalación de estos sistemas dependen de su inclinación y orientación de que se le da a la instalación solar con relación al sol, ya que es un factor primordial para que pueda obtener una buena captación de los rayos del sol y así de un buen funcionamiento y rendimiento. Como también, un factor importante para explotar la energía solar provechosamente, son sus componentes de la instalación, puesto que deben ser de dimensiones razonables y adaptadas los unos a los otros.

Radiación en Chile:

Imagen N° 11: Mapa radiación en Chile



Fuente: Visión de la Industria Solar Térmica en Chile – ACESOL 2010

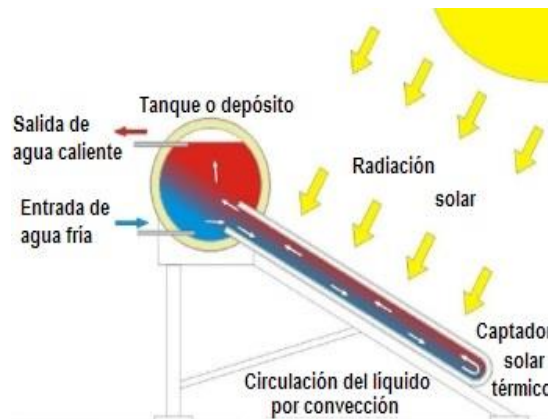
CAPITULO 5: Termo Solar Atmosférico

5.1 Sistema Termo Solar Atmosférico

También conocidos como Sistemas Solares Térmico SST se encargan de aprovechar la energía del Sol para generar calor y así producir agua caliente para una vivienda habitacional. Estos sistemas funcionan bajo el principio de termofusión.

Su característica principal es el colector solar y el termo tanque, formando juntos un solo sistema. El colector Solar se encuentra en la parte de abajo del tanque para su correcto funcionamiento para así una vez que la radiación solar es captada por el colector, esta es transferida al agua que está en su interior elevando su temperatura, que al calentarse disminuye su densidad por lo que comienza a subir hacia el termo tanque, al mismo tiempo el agua que está más fría en el termo tanque, descienda al colector tomando el mismo circuito para calentar el agua y ser consumida.

Imagen N° 12: Sistema Termosolar



Fuente: <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.cl/2013/01/funcionamiento-equipo-solar-termico-con-termosifon.html>

5.2 Sistemas de captación solar

Para el sistema de captación solar, la parte más importante son los termos paneles ya que es la que se encarga de captar la energía del sol y

transmitirla al fluido captador. Una vez calentada el agua, su rendimiento depende del correcto funcionamiento del sistema como el dimensionamiento.

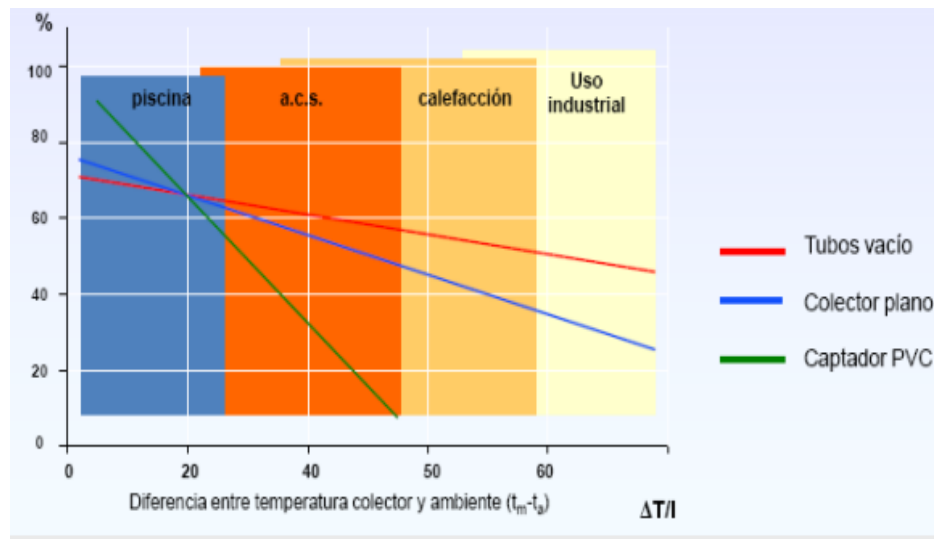
Existen 3 tipos de captadores solar

1. Colectores Planos
2. Colectores Sin cubierta
3. Colectores Tubos al Vacío

“El funcionamiento de un colector solar viene descrito mediante el balance energético que nos indica la parte de energía incidente que se transforma en energía útil, en pérdidas ópticas y en pérdidas térmicas” (Vision de la Industria Solar en Chile - , Diciembre 2006).

A continuación un balance energético que representa gráficamente mediante curva de rendimiento.

Imagen N° 14: Balance energético de energía



Fuente: Manual – Visión de la Industria Solar en Chile, pág. 18.

Imagen N° 15: Diferencia colectores Solares

	PANELES TUBOS DE VACÍO		PANELES PLANOS	
	Tubos de vacío Head Pipe	Tubos de Vacío Evacuados	Planos Cobre	Planos PPR
Rendi miento	Entre 70% y 92% Efectivo – 20%	Entre 50% y 85% Efectivo – 20%	Entre 55% y 80% Efectivo – 10 – 20%	68%
Funciona miento	Circulación Forzada	Termosifón	Termosifón o Circulación Forzada	Termosifón o Circulación Forzada
Requerimien tos	- Doble intercambiador de Calor - Líquido Anticongelante - Disipador de calor - Mantenión anual mín	- Intercambiador de Calor - Líquido Anticongelante - Mantenión anual mín - Válvula Disipador ade calor - Sistema de llenado - Bomba de presión	- Intercambiador de Calor - Líquido Anticongelante - Mantenión anual mín - Válvula Disipadora de calor	
Riesgos	-Altas temperaturas -Congelamientos	-Altas temperaturas -Congelamientos -Perdidas e presión	-Altas temperaturas -Congelamientos	
T° Estanco	220°C	200°C	200°C	89,7°C
				

Fuente: Manual – Visión de la Industria Solar en Chile, pág. 19.

5.2.1 Colectores Plano

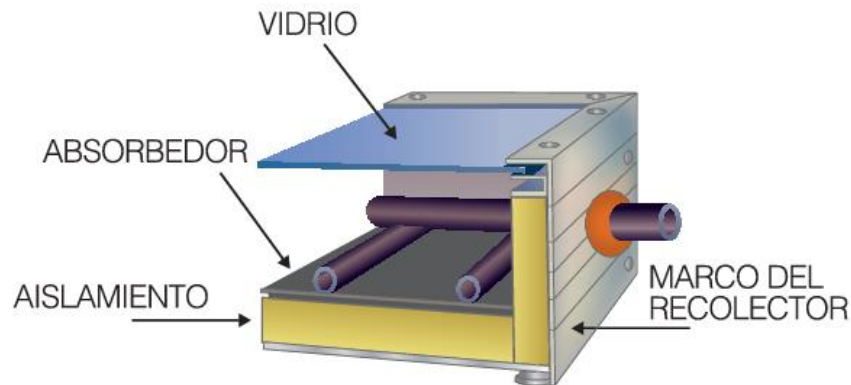
Los colectores solares planos son diseñados “principalmente para obtener agua caliente sanitaria tanto a nivel residencial, como en aplicaciones de mayor demanda, ya que funciona en un rango de temperaturas entre los 10 y 80 °C” (ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES PARA USO DOMICILIARIO, 2013, pág. 30).

Es un dispositivo diseñado para absorber la energía del sol y transmitirla a un fluido portador, que es normalmente líquido, que circula en su interior. Este

colector es el más usado con cubierta de vidrio y su uso más generalizado es la producción de agua caliente.

Características de colectores Planos

Imagen N° 16: Partes de un colector plano



Fuente: Pagina Web <https://ahorrodeenergiaeficaz.wordpress.com/>

El sistema de captación solar está basado en el principio del efecto invernadero que consiste en que la radiación solar, de longitud de onda corta, atraviesa la cubierta transparente e incide sobre el absorbedor aumentando su temperatura. De esta forma el absorbedor al calentarse emite radiación de onda larga (IR) la cual queda retenida por la cubierta que es opaca a este tipo de radiación. De esta forma se produce una acumulación de calor que se transfiere al fluido caloportador. (Instalación de energía solar termica para produccion de agua caliente sanitaria en un hospital, Julio 2014, pág. 8)

5.2.2 Colectores sin Cubierta

Este sistema consiste en placas planas absorbentes de energía sin cubierta, es decir, compuestas de tubos por donde puede circular el agua.

“Se utiliza en el calentador de agua aplicaciones simples, ya que en general son colectores que funcionan a un bajo rango de temperatura (10- 40 °C)” (ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES PARA USO DOMICILIARIO, 2013, pág. 30).

A diferencia de los otros colectores, en este sus componentes son las placas absorbentes de energía, sus tubos que son generalmente de PVC que al ser de fácil instalación su materialidad no es de mucha vida útil.

5.2.3 Colectores Tubos al vacío

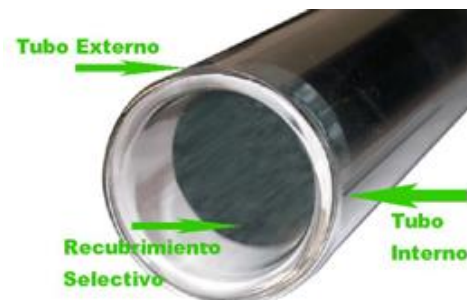
Los colectores de Tubos al vacío es otra energía en la cual se aplica para la obtención de energía térmica como lo es el agua caliente sanitaria y procesos industriales. “La base del funcionamiento consiste en la colocación de placas absorbentes de energía y tubos con fluidos de trabajo dentro de un tubo al vacío, permitiendo así, un mayor aislamiento térmico y permitiendo alcanzar temperaturas en la placa (sobre 100°C)” (ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES PARA USO DOMICILIARIO, 2013, pág. 30).

Los colectores Tubos al vacío presentan rendimientos superiores a los de los captadores planos para temperaturas de trabajo elevadas. Existe una ventaja con respecto a los colectores planos, es que se pueden instalar en posición horizontal sobre una cubierta que se encuentre plana, debido a que las láminas son de fácil instalación y son de fácil orientación y lleva menos espacio y elementos para su anclaje.

“En los tubos al vacío se reducen las pérdidas térmicas, tanto las de convección como las de conducción, al hacerse el vacío en el espacio entre el absolvedor y el tubo exterior” (Sistemas Solares Térmicos II, 2010, pág. 61).

Su principal desventaja frente a los colectores planos radica en su mayor coste económico.

Imagen N° 17: Tubos al vacío



Fuente: http://ingesurosorno.cl/index_html_files/energiasolar.pdf
http://ingesurosorno.cl/index_html_files/energiasolar.pdf

Imagen N° 18: Panel tubos al vacío

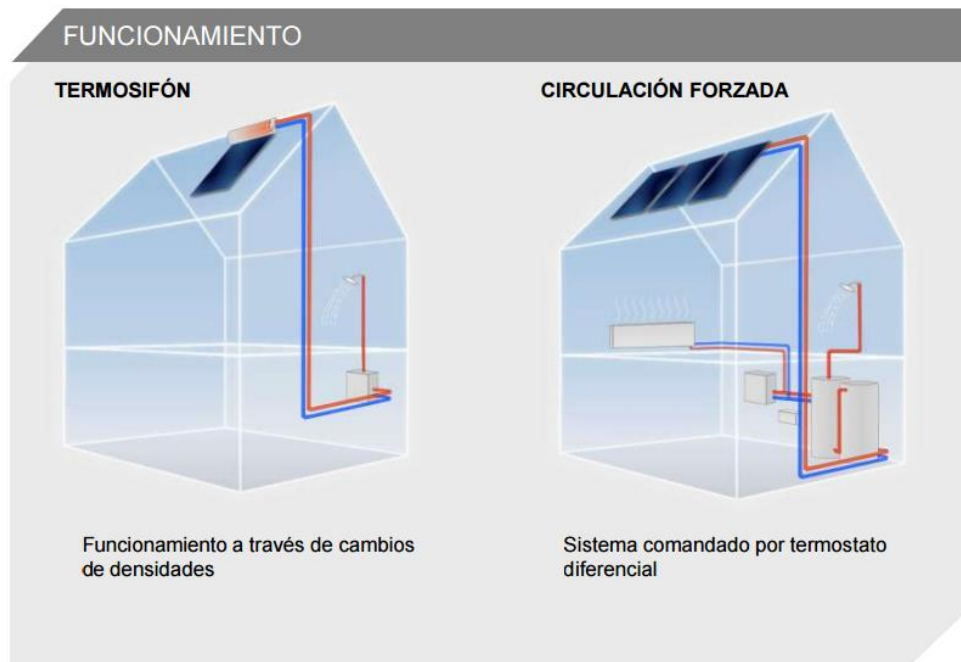


Fuente: http://santiago.all.biz/termo-solar-atmosferico-de-200-litros-g69712#.WWbrARU1_IU.cl/index_html_files/energiasolar.pdf

Dentro de los tubos al vacío existen dos tipos de funcionamiento:

- Sistemas compactos o termosifón
- Sistemas Split o circulación forzada.

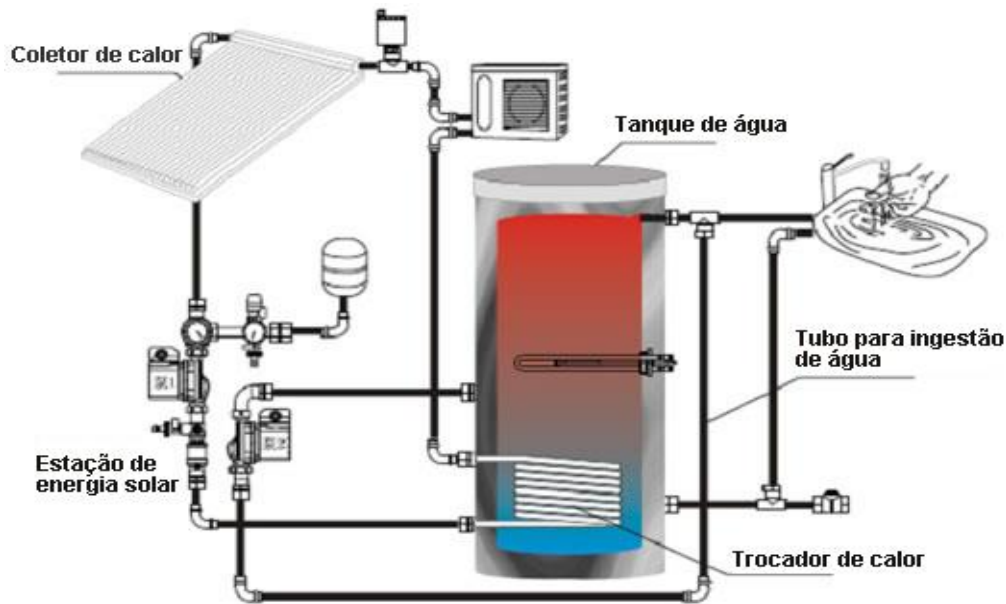
Imagen N° 19: Tipos de funcionamiento



Fuente: http://solaratacama.cl/wp-content/uploads/2011/01/03_presentacion_tmilnes.pdf

5.3 Sistemas Split o circulación forzada

Imagen N° 20: Sistema de circulación forzada



Fuente: Página Web <http://www.solarwaterheater.com.pt/1-3-1-split-solar-water-heating.html>

Este tipo de sistema termo solar consta del colector separado del acumulador de agua. El colector se puede instalar en la azotea o pared mientras que el acumulador se puede instalar en cualquier lugar, así el sistema entero es armonioso con la casa o edificio. El movimiento del agua en el sistema es realizado por una bomba de circulación (circulación forzada), la cual por medio de un sensor de temperatura, automáticamente dirigirá el curso del agua entre el colector y el acumulador. (Ingeruosorno , pág. 8)

En instalaciones para edificaciones de menor tamaño, resulta ser un sistema menos económico que el sistema de termosifón tanto en inversión como a operación ya que el funcionamiento necesita de una bomba circuladora, que tiene cierto consumo de energía eléctrica. Por otra parte el Deposito acumulador se encuentra en el interior de la vivienda con lo cual ocupa espacio dentro de la edificación, aunque esto implique también una ventaja de reducción en sus pérdidas térmicas debido que al estar en la intemperie el sistema termosifón pierde entre 5 – 6 °C durante una noche de bajas temperaturas.

5.4 Sistemas Compactos o Termosifón

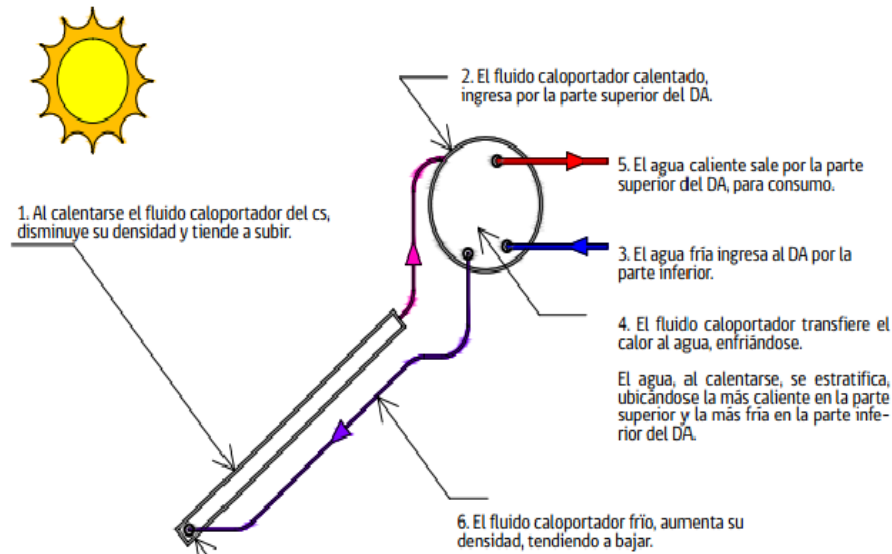
Imagen N° 21: Sistema termosifón



Fuente: http://ingesurosorno.cl/index_htm_files/energiasolar.pdf

Los sistemas funcionan por efecto termosifón, es decir, el agua caliente pierde densidad y peso por lo que tiende a ascender de manera natural al termo tanque, mientras que el agua fría tiende a descender dentro de los tubos al vacío, ya que tiene mayor densidad y peso. El Movimiento del agua se realiza sin necesidad de bomba y no necesita ningún componente eléctrico o mecánico, esto hace a los equipos más fiables, fáciles de mantener y más duraderos. (Ingesur Ltda, pág. 4).

Imagen N° 22: Funcionamiento termosifón



Fuente: Manual Sistemas Termo Solares Atmosféricos 2014, pág. 22.

5.5 Componentes Principales del Sistema Solar Térmico

Cabe señalar que en esta tesis, el sistema a investigar y a implementar en una vivienda social en la comuna de Futaleufú es el sistema Solar térmico por Termosifón, y para ellos nos basaremos en un prototipo de las empresas THC Solar S.A ecopanel y de la empresa NGP tecnología limpia a su alcance, debido al costo económico por la adquisición de este sistema y el método que se usa para acoplar el sistema térmico con otro sistema de calentamiento de agua convencional que posean las viviendas, tales como Calefón o un termo eléctrico. En caso que la vivienda no posea un sistema para calentar agua, este sistema funciona independientemente sin ningún problema y como todo tipo de termosifón convencional.

El sistema consta de un panel que capta la radiación solar y un estanque de acumulación de agua calentada por la energía del sol. La placa captadora calienta en su totalidad el agua que circula en su interior por un proceso llamado termosifón, el cual una vez almacenada el agua caliente en el estanque, puede ser utilizada por medio de una válvula de mezcla, que combina el agua caliente con el agua fría para asegurar que el agua caliente que se va a utilizar no presente peligros de quemaduras para las personas (nunca en una temperatura mayor a 45°C).

A su vez, este dispositivo discrimina si el agua del estanque de acumulación está fría, en tal caso la envía al calefón para ser calentada y usada; en caso contrario, el dispositivo envía el agua caliente del estanque de acumulación directamente al consumo. (Ecopanel - Manual del Usuario, 2012).

A todo este proceso que hace el sistema de ecopanel y ngp es llamado válvula de selección y mezcla.

“El sistema de válvula ecopanel, está diseñado para que el usuario automatice la provisión de agua caliente que está usando, requiriendo de una mínima manipulación sobre la válvula de mezcla del sistema para establecer la temperatura deseada”. (Ecopanel - Manual del Usuario, 2012)



Fuente: ecopanel SST – Manual del Usuario

5.5.1 Características de los Componentes de ECONAPEL Y NGP

Panel Solar NGP

Los colectores de tubos de vidrio al vacío están hechos en líneas paralelas. Cada uno consiste de un tubo exterior y uno interior o tubo de absorción, este está cubierto con una capa especial que absorbe la energía solar e inhibe la pérdida de calor radiante. El aire es evacuado (extraído) del espacio entre los dos tubos para formar el vacío, el cual elimina la pérdida de calor convectivo y conductivo y calienta el agua que fluye adentro de él. El componente clave del sistema solar Son los tubos de vidrio al vacío de alta tecnología que absorben no solamente los rayos solares directos (radiación solar directa) sino también el calor del medio ambiente y cuando esta nublado (radiación solar difusa). Cada tubo de vidrio al vacío consiste en dos tubos De vidrio. El tubo exterior está hecho de boro silicato

transparente de alta resistencia capaz de resistir el impacto de un granizo de hasta 2.5 cms de diámetro. (NGP ENERGIA LIMPIA A SU ALCANCE, 2016).

Panel Solar ECOPANEL

El panel solar consta de tubos de plástico de polipropileno negro dispuestos verticalmente unidos en forma paralela y conectados a un ducto superior y a otro inferior, ambos de 40 mm de diámetro. Este conjunto de tubos, llamado parrilla absolvedora, está inserto en una caja estanca y térmicamente aislada, hecha de perfiles de aluminio anodizado. La cubierta transparente del panel es de policarbonato alveolar, y su misión es dejar pasar la energía solar y que esta no escape en forma de calor. El área o superficie de captación varía entre 1 m² y 2,8 m² según el modelo. (Ecopanel - Manual del Usuario, 2012).

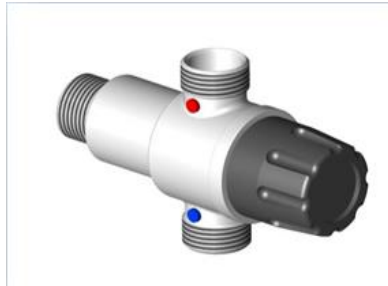
5.6 Dispositivos de Selección y Mezcla de Agua Caliente

Existen 3 tipos de dispositivos de selección de las cuales nos ayudan a mezclar el agua con un sistema anexo de calefón y que cumplen las siguientes funciones:

- Válvula mezcladora termostática de 3 vías:
Este dispositivo funciona y regula temperatura entre 35 °C y 55°C, sirve para ser usada en conjunto con un calefón con modelación electrónica de llama.

La mezcla que es entregada por la válvula de agua caliente solar con agua fría proveniente de una red, alimenta al Calefón, el que reconoce la temperatura en la que vienen el agua, elevando su temperatura a la que haya sido programada manualmente, produciendo un gran ahorro de gas que se ocupa solo cuando es necesario.

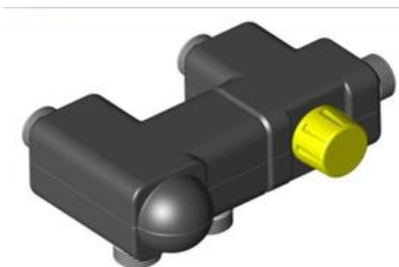
Imagen N° 24: Válvula mezcladora termostática 3 vías.



Fuente: Manual del Usuario Ecopanel Versión 7 2012.

- Válvula selectora/mezcladora termostática de 5 vías
Funciona a temperaturas de regulación de mezcla entre 35 °C y 55°C, siendo la temperatura de fábrica de 45°C. Es usado con el sistema de calefón convencional ionizado, que funcione por flujo de agua. Esta válvula funciona que cuando la temperatura proveniente del sistema solar es bajo los 45°C, la envía automáticamente al calefón para sea calentada hasta que alcance la temperatura programada y luego esta sea mezclada con agua fría de la red. En caso que el agua sea superior a la programada esta pasa directo a ser mezclada con agua fría y ser consumida. EL sistema tiene un Bypass que permite independizar el SST. Es decir, puede operar solo con el calefón o calefón y SST combinados.

Imagen N° 25: Válvula mezcladora termostática 5 vías

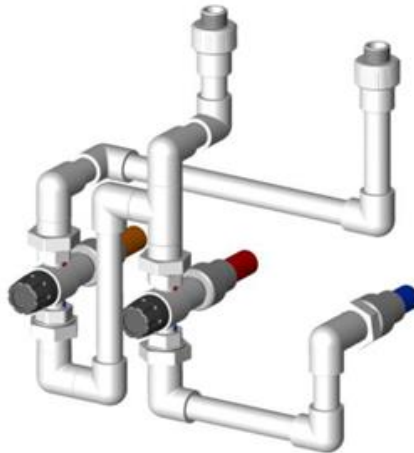


Fuente: Manual del Usuario Ecopanel Versión 7 2012.

- Válvula selectora/mezcladora termostática de 5 vías compuestas
Temperatura de mezcla es de 35°C y 55°C. Este sistema de válvula se usa en conjunto con calefón convencional ionizado, que funcionen con flujos de agua.

Esta válvula es la más usada por el sistema solar térmico ya que permite al usuario regular su temperatura entre los rangos de mezcla. Funciona de la misma manera que la de 5 vías tradicional.

Imagen N° 26: Válvula mezcladora termostática de 5 vías compuesta



Fuente: Manual del Usuario Ecopanel Versión 7 2012.

Este dispositivo o válvula de selección y mezcla, siempre realizan dos operaciones con el agua, primera detectan y miden la temperatura con la que viene el agua del sistema solar, en caso de ser menor de 45°C la envían al calefón para ser calentada o de lo contrario pasa directo a mezclarse con agua fría y lista para ser usada por las personas dentro de una vivienda.

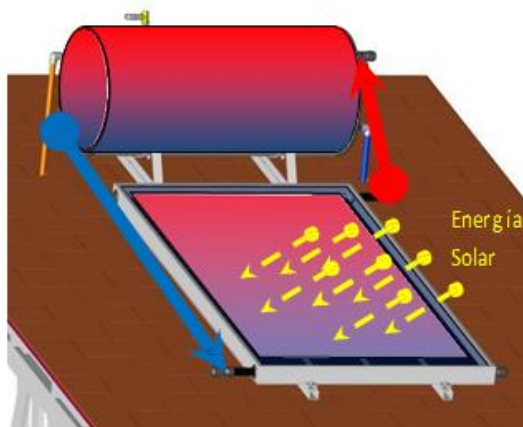
Cuando no hay consumo de agua en la vivienda, siempre el calefón se encenderá por un tiempo aproximado de 10 segundos, debido al enfriamiento del agua que es contenida en las tuberías entre el calefón y el sistema solar. En caso de el agua del sistema solar estar sobre los 45°C o la temperatura programada por el usuario, éste se apagará de forma automática después de transcurridos los segundos aproximados, de lo contrario estará prendido hasta que el agua alcance la temperatura dada en el dispositivo de mezcla.

5.7 Funcionamiento del Sistema Solar Térmico por termosifón

En base al Manual del Usuario de la Empresa Ecopanel, v7- 2012, se detalla el funcionamiento del Proceso de sistema Solar Térmico a través del efecto termosifón en los siguientes puntos:

- Cuando el sistema se encuentra en funcionamiento normal de operación, el ingreso de agua potable mantiene siempre lleno de agua al estanque de acumulación y al panel solar con la misma presión que viene el agua desde la red, en general entre 14 m.c.a mínimo y 70 m.c.a máximo.
- Cuando no hay consumo de agua caliente en la vivienda, el agua se calienta por el proceso de termosifón durante el día, siempre que exista radiación solar y el panel solar este descubierto.
- El funcionamiento del efecto de termosifón se produce entre el panel solar y el estanque acumulador. Cuando el agua se calienta en el panel a través del sol, ésta tiende a subir, entrando en el acumulador que se encuentra en la parte superior del sistema termo solar.
- El proceso de agua fría funciona de tal manera que el agua fría permanece en la parte inferior del depósito acumulador y luego bajando al panel solar por su parte inferior y así se vuelve a calentar, subiendo y entrando nuevamente en el depósito con una mayor temperatura. Este ciclo se mantiene siempre cuando exista radiación solar, permitiendo calentar en la totalidad el agua del depósito acumulador.

Imagen N° 27: Captador de energía solar

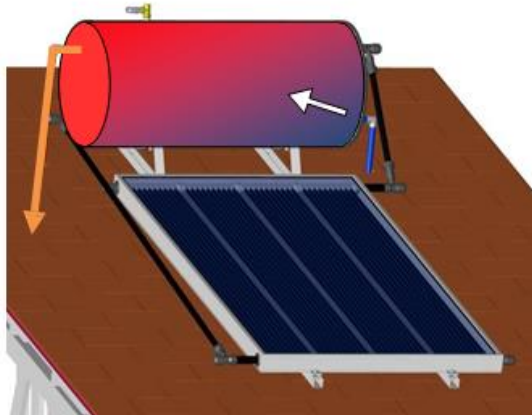


Fuente: Ecopanel – Manual del Usuario V7, pág. 5

- Cuando se produce consumo de agua caliente en la vivienda, entra el agua fría por la parte inferior derecha empujando el agua caliente en el

interior del depósito haciéndola salir por la esquina superior izquierda, llevándola a la válvula de selección y mezcla usada por el sistema, donde es procesada para ser consumida dentro de la vivienda.

Imagen N° 28: Depósito acumulador de agua

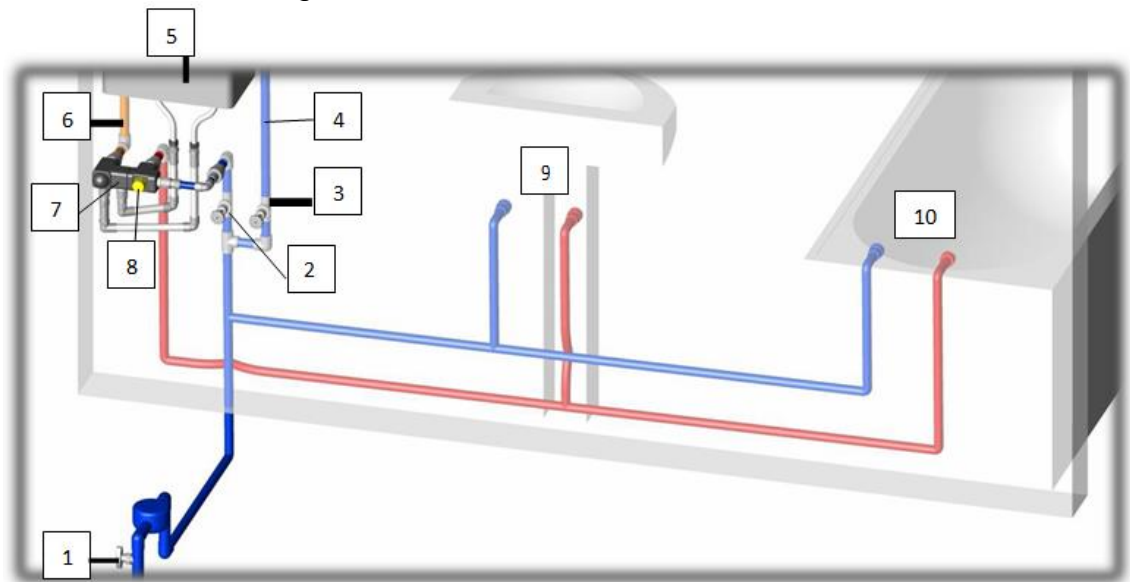


Fuente: Ecopanel – Manual del Usuario V7, pág. 5

- Cuando se produce consumo de agua caliente al interior de la vivienda, en forma automática el agua se va renovando repitiendo los pasos anteriores y manteniendo el volumen de agua caliente en el depósito.
- Todos los sistemas cuentan con una válvula de seguridad, instalada siempre en la parte superior del depósito acumulador, que no deja que el sistema sobrepase de los 7 bares de presión interna o supere los 95 °C de temperatura en su interior. Cuando esto sucede automáticamente el sistema actúa abriendo la válvula, eliminando el agua contenida en el interior del estanque hasta que las condiciones de presiones y temperatura de agua sean restablecidas y estén dentro del rango. Por lo general cuando esto sucede el agua expulsada es llevada por canales hasta algún agua lluvia que contenga la vivienda y canalizada a un lugar seguro.

5.7.1 Uso Seguro del Sistema Solar Térmico

Imagen N° 29: Partes de sistema solar termico



Fuente: Manual del Usuario Ecopanel Versión 7 2012

1. Llave de corte general medidor de agua potable
2. Llave alimentación agua fría al sistema de calefacción convencional (calefón)
3. Llave alimentación agua fría al estanque o depósito acumulador
4. Línea de alimentación agua fría al depósito acumulador
5. Calefón
6. Línea de agua caliente proveniente del depósito acumulador
7. Válvula selectora/mezcladora termostática de 5 vías
8. Manilla giratoria de mezcla
9. Consumo
10. Consumo

5.7.3 Estructura Soporte Colectores

Cada fabricante de colectores solares debe tener en su diseño de estructura el apoyo y la sujeción del colector y la techumbre. En estos casos la estructura de soporte se debe proteger antes cualquier agente ambiental,

especialmente contra los efectos de radiación solar y la combinación entre el agua y el aire.

5.8 Pérdidas de Energías

5.8.1 Pérdidas Térmicas en Cañerías

Para los Termo Solares existen siempre las perdidas ocasionada de energías. Una de ellas es la perdida de calor en cañerías que son producidos debido a la diferencia de temperatura que existe en la cañería con agua caliente y la temperatura. Esta cañería puede ser por vía aérea, empotrada a algún material.

Según (SISTEMAS SOLARES TERMICOS II, 2010, pág. 28), las pérdidas pueden ser:

- El Agua caliente siempre se enfría al trasladarse desde un punto de inicio hasta el de consumo.
- Si existe un circuito de recirculación en la instalación, de alguna instalación de mayor tamaño hasta el punto de consumo, está perdiendo siempre calor.

Debido a estos puntos de pérdidas de energía, es recomendable y necesario aumentar el flujo de temperatura, con algún calentador externo para no perder la temperatura.

Un dato que influye en la perdida en energías, es el aislamiento que tenga las cañerías, la distancia desde el termo solar hasta el punto de consumo y el tiempo que este el agua caliente en su interior, pero para ello es necesario evaluar constantemente las perdidas térmicas

5.8.2 Pérdidas Térmicas en Acumuladores

Independientemente a la perdida de energía en las cañerías, para este caso se producen las pérdidas de calor en el acumulador y la diferencia de temperatura en el aire ambiente. Además las perdidas en acumuladores deben

contabilizarse para verificar si cumple con previsto y disposición de agua. La ubicación del acumulador en espacios comunes exteriores e interiores, la calidad y el espesor de la aislación, así como puentes térmicos, son factores a considerar.

5.9 Dispositivos de Seguridad y Protección

Como todo elementos, es importante la seguridad que puedan tener los equipos ante cualquier imprevisto que pueda ocurrir.

5.9.1 Protección frente a altas temperaturas

Cuando el calor es acumulado por mucho tiempo existe la protección ante cualquier accidente de quemaduras como también a los mismos componentes de la instalación por razones de resistencia y durabilidad de los materiales.

Para evitar quemaduras hay que tener las siguientes precauciones según indica (Sistemas Solares Térmicos II, 2010):

- La temperatura de uso no podrá superar los 60° C, pero cuando esto pase y la temperatura pueda ser mayor a la requerida, se debe tener un sistema automático que mezcle el agua o cualquier otro sistema o dispositivo que límite esta temperatura a 60° como máximo.
- La Instalación de todos los elementos que puedan evacuar al exterior, debe realizarse de forma que su actuación no pueda provocar accidentes previos.

5.9.2 Protección contra Heladas

En cualquiera de los circuitos que sus cañerías discurran al exterior de la vivienda, están expuesta a riesgos de heladas, por ende se necesita evaluar el riesgo y tomar las medidas de protección adecuada.

Sin embargo en las zonas con riesgo de heladas, como es en la comuna de Futaleufú en la que se implementara esta tesis, en la gran parte del año, las temperaturas descienden a ° bajo cero; se deberá utilizar un sistema de

protección adecuado como un circuito indirecto con mezcla anticongelante o vaciado automático de circuitos. Como prioridad se destaca evitar la instalación de cañerías por sobre la techumbre que recorran grandes distancias y así evitar el congelamiento de dichas cañerías.

5.9.3 Protección frente a las máximas presiones

“El sistema de protección frente a las altas presiones está constituido por el sistema de expansión, si falla este, como seguridad adicional y normalmente no reversible, de disponen las válvulas de seguridad que actúan expulsando fluido al exterior” (Sistemas Solares Térmicos II, 2010, pág. 110).

CAPITULO 6: Cuadros comparativos, resultados y cálculos

6.1 Referencia Sistema Termo Solar

Tomando como referencia el país con más energías renovables que posee en el mundo, como es el caso de Alemania, el clima por lo general, es del tipo oceánico, marítimo, usualmente templado. Alemania cuenta con una temperatura promedio anual de 9.0 °C. Los veranos suelen ser cálidos, mientras que sus inviernos fríos, aunque no llegan a ser temperaturas tan extremas; también llueve en todo momento, sobre todo durante el mes de julio. El verano trae consigo sorpresas como tormentas acompañadas de relámpagos, y el invierno trae frío, tanto así que los ríos y canales se congelan.

Un hecho a investigar con el clima de la comuna de Futaleufú que son similares en estaciones de verano e invierno por la cual este proyecto podría dar pie en la iniciativa de las personas a implementar este sistema tomando como referencia un país con gran implementación a nivel mundial en este tipo de energías.

A continuación una tabla de comparación entre las localidades de Berlín – Alemania y Futaleufú – Chile.

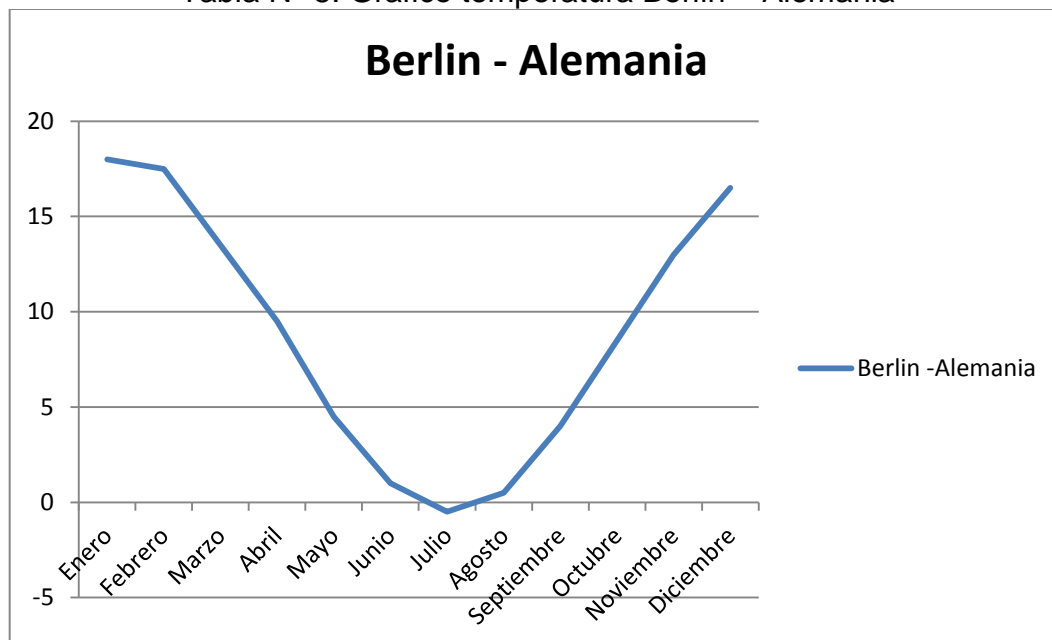
❖ Temperatura promedio anual en Berlín – Alemania

Tabla N°4: Temperatura promedio Berlín - Alemania

MES	Temperatura Mínima [°C]	Temperatura máxima [°C]	Temperatura Promedio [°C]
Enero	-3	2	-0.5
Febrero	-2	3	0.5
Marzo	1	9	5.0
Abril	4	13	8.5
Mayo	8	18	13
Junio	11	22	16.5
Julio	13	23	18
Agosto	12	23	17.5
Septiembre	9	19	14
Octubre	6	13	9.5
Noviembre	2	7	4.5
Diciembre	-1	3	1.0
PROMEDIO ANUAL			9.0

Fuente: <http://www.climatedata.eu/>

Tabla N° 5: Grafico temperatura Berlín – Alemania



Fuente: Elaboración Propia

En resumen de datos obtenidos en la ciudad de Berlín – Alemania por la página climatedata.eu son:

- Temperatura máxima promedio: 12.9 °C
- Temperatura mínima promedio: 5.0 °C
- Temperatura Promedio: 9.0 °C
- Precipitaciones anuales: 591 mm
- Días con precipitaciones en el año 113 días
- Días de sol al año 70 días

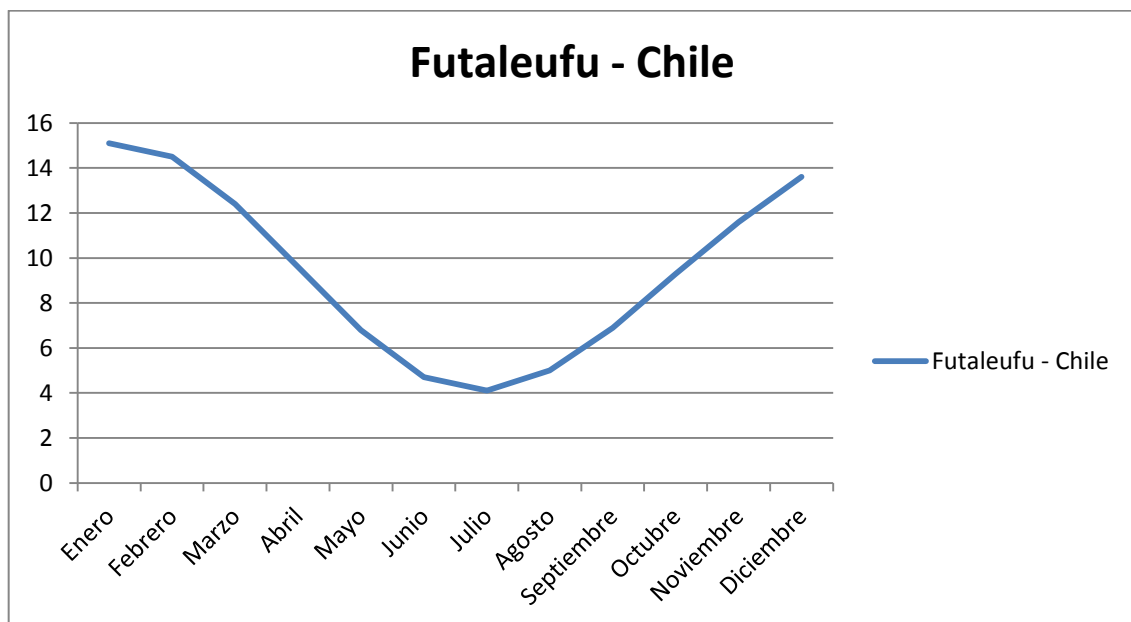
Temperatura promedio anual Futaleufú – Chile

Tabla N°6: Temperatura promedio Futaleufú - Chile

MES	Temperatura Mínima [°C]	Temperatura máxima [°C]	Temperatura Promedio [°C]
Enero	8.8	21.4	15.1
Febrero	7.9	21.2	14.5
Marzo	6.3	18.6	12.4
Abril	4.3	14.9	9.6
Mayo	2.5	11.1	6.8
Junio	1.4	8.0	4.7
Julio	0.4	7.8	4.1
Agosto	0.7	9.4	5.0
Septiembre	2.0	11.9	6.9
Octubre	3.6	15.1	9.3
Noviembre	5.6	17.6	11.6
Diciembre	7.5	19.8	13.6
PROMEDIO ANUAL			9.5

Fuente: Dirección Meteorológica año 2011

Tabla N° 7: Grafico temperatura Futaleufú



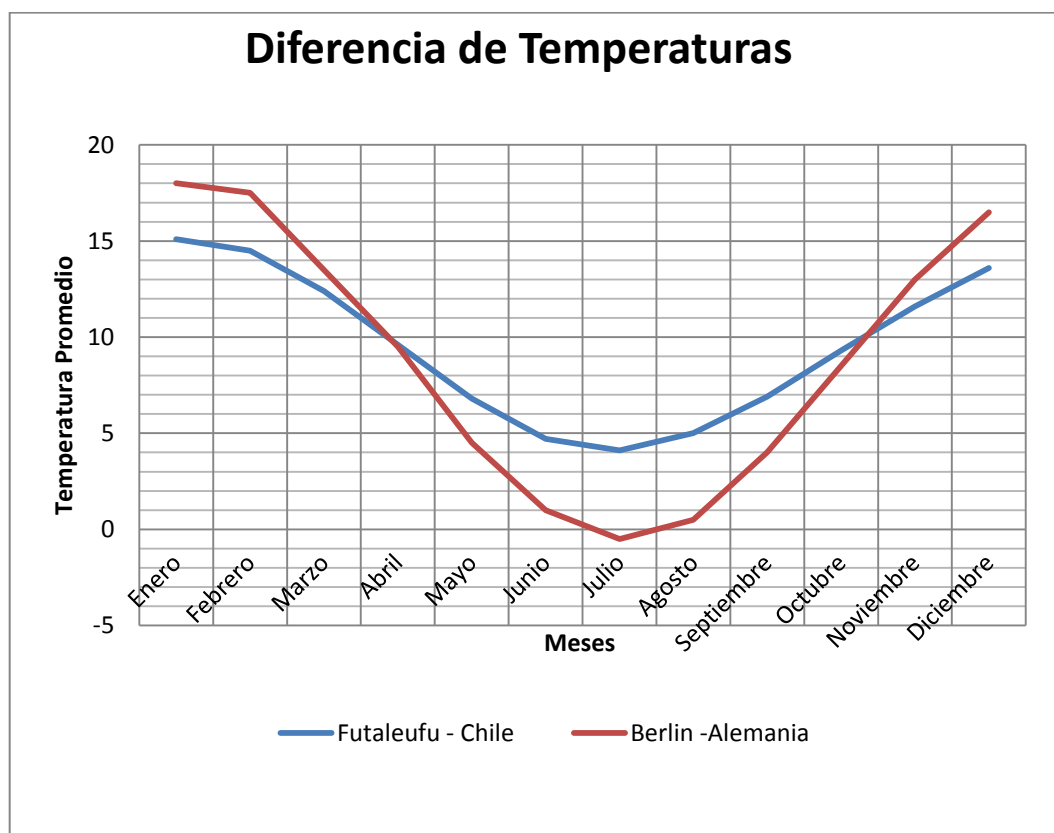
Fuente: Elaboración Propia

En resumen de últimos datos reportados oficial por la Dirección Meteorológica del año 2011 para Futaleufú son:

- Mes más caluroso del año es Enero con un promedio de 15.1 °C.
- Mes más frío del año es Julio con 4.1 °C.
- En cuanto a la Velocidad Media anual del Viento es de 7.8 km/h.
- Total de días con lluvias en el año: 204 días, equivalente al 56% del año.
- Total de días que nevó durante el año: 17 días.

❖ Diferencia de temperaturas en ambas ciudades

Tabla N°8: Gráfico diferencia de temperaturas



Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar en las temperaturas entregadas en ambas ciudades en comparación del gráfico de diferencias de temperaturas, se puede llegar a

una simple conclusión que en Berlín Alemania posee mejores y más altas temperaturas en los meses de verano, mientras que en los meses de invierno las temperaturas son más bajas que en la ciudad de Futaleufú. Esto nos lleva a estudiar de mejor manera que para los meses más vulnerables las temperaturas en la Alemania son más bajas pero aun así los sistemas Solares funcionan de manera normal, lo que para la comuna de Futaleufú su funcionamiento no tendría mayores dificultades y problemas.

Para comprobación de lo anterior del funcionamiento en los meses más crudos, según la revista Veo Verde en entrevista con la doctora de física de edificios y energías renovables Ursula Eicker, Alemana, sostiene que Chile posee “la radiación solar más alta del planeta” (VeoVerde, 06 Febrero de 2013), para la generación de Sistemas de energías Solares.

En comparación con Alemania, a Chile se les da más énfasis en las termoeléctricas y energía nuclear, lo que en Alemania en sus principios y hace 20 años atrás se priorizaba pero con la nueva obtención de energías renovables y limpias se logró casi en su totalidad del país lograr cambiar por energías verdes lo que hoy produce cerca de 25 Gigawatts y no posee problemas de abastecimiento.

“A pesar de un largo y oscuro invierno, los paneles solares se mantienen firmes en los techos de las casas alemanas. Según un informe de SMA Solar Technology” (veoverde - Fabiola Torres, 22 Julio 2013). Funcionando de manera normal en la obtención de energía a través de sistemas fotovoltaicos.

Según la doctora afirmo que en Alemania, “Podría decirse que en cinco años hubo una explosión en el desarrollo de la energía solar, por lo que si hay voluntad, en tan solo cinco años pueden pasar muchas cosas” (VeoVerde, 06 Febrero de 2013).

Haciendo énfasis que en Chile no tendría problemas si se hace el cambio de mentalidad y se opta por estas energías.

Esto no lleva a conclusión que en los meses más vulnerables el país Líder en energías no posee problemas en sus sistemas lo que para la comuna de Futaleufú, por solo la comparación de temperatura y conclusión a través de la revista estudiada, no tendría problemas en implementar estos sistemas si se decidieran a su instalación.

6.2 Estudio existente de termo solar en la comuna

Para esta investigación, se realizó una recopilación de temperaturas en un termo solar atmosférico existente en una vivienda social en la comuna de Futaleufú para poder determinar la temperatura alcanzada en diferentes días para poder conocer cómo se comporta el sistema en la comuna. Estos resultados se tomaron en los meses de Septiembre – Octubre del año 2016 en días donde la temperatura no era elevada para así obtener mejor resultados y conocer el comportamiento en bajas temperatura ya que es donde se desea estudiar si este sistema tiene un resultado óptimo para la zona.

Para estos resultados se recopiló la temperatura alcanzada en el panel de temperatura y temperatura ambiente para ver cómo se comporta la radiación solar y la temperatura que alcanza en dicho panel. Estas temperaturas fueron recopiladas cuando aún la temperatura no alcanzaba el punto máximo pronosticado en el día.

Además, se debe tener en cuenta que los datos tomados se realizaron después de haberse generado el gasto de agua caliente durante la mañana con el consumo para ducha.

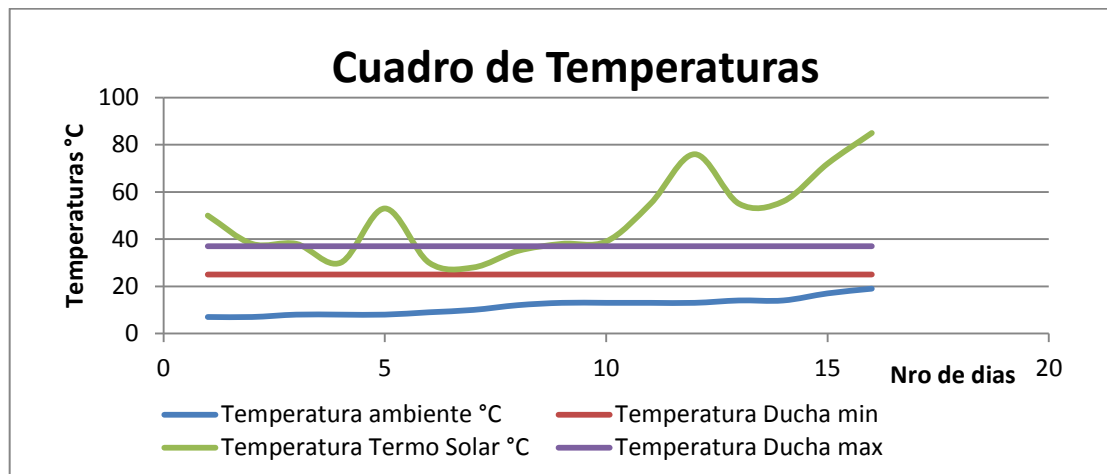
A continuación se muestra una tabla con los resultados en 16 días, no corridos, para ver el comportamiento del panel y su temperatura alcanzada con el clima variado y temperaturas diferentes para con esto, conocer si es necesario la implementación de un sistema convencional de ayuda a elevar las temperaturas si estas bajan de la máxima del promedio de temperatura de una ducha.

Tabla N°9: Resultado de estudio de temperatura en termo panel

Nro Dias	Temperatura ambiente °C	Temperatura Ducha promedio		Temperatura Termo Solar °C
		Min.	Max.	
1	7	25	37	50
2	7	25	37	38
3	8	25	37	38
4	8	25	37	30
5	8	25	37	53
6	9	25	37	30
7	10	25	37	28
8	12	25	37	35
9	13	25	37	38
10	13	25	37	39
11	13	25	37	55
12	13	25	37	76
13	14	25	37	55
14	14	25	37	56
15	17	25	37	72
16	19	25	37	85

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°10: Grafico de comportamiento de temperatura



Fuente: Elaboración Propia.

Como se hace referencia en el grafico anterior, las temperaturas de ducha promedio según datos entregados por la empresa NGP energía limpia a su alcance, se encuentran entre los 25°C y 30°C.

Con los resultados anteriores, nos arroja tres días de estar por debajo de la temperatura promedio máxima para ducha y con temperatura promedio

exterior entre los 10°C. Para ello, se usara el sistema de válvula/mezcladora termostática usados por las empresas del prototipo estudiado, la cual se implementaría con la ayuda de calefón para lograr subir a temperaturas adecuadas y/o regulada por el usuario para los quehaceres de la vivienda.

Otro dato importante entregado por la empresa NGP que las temperaturas en los periodos de invierno y verano que el sistema solar térmico arroja en ciudades del sur del país, a la cual abastecen con sus productos, eran los siguientes:

- Invierno: 35°C – 55°C
- Verano: 55°C – 100°C

Esto nos ayuda a los datos obtenidos en la ciudad de Futaleufú en 16 días de estudios en meses de Septiembre – Octubre 2016, a que la mayoría de las temperaturas recopiladas se encuentran en los rangos dados por la empresa lo que serían aptos para el funcionamiento del sistema a implementar en una vivienda en la comuna. Sin embargo el sistema requiere otros factores de estudios importantes a la hora de su instalación para mejorar la captación de temperaturas, como es el caso de la orientación que este el sistema Termo Solar.

6.3 Orientación de Instalación

La orientación de la instalación del termo panel atmosférico varía dependiendo de la estación del año en que ocupemos el sistema de termo solar. En verano la inclinación suele ser más tumbada en el techo, mientras que en invierno es más levantada, siempre en dirección Sur. La inclinación para toda época del año se recomienda una media de 40° inclinación aproximadamente si se tiene la base del panel fijo en la techumbre. También podemos modificar la inclinación en época de verano 30° mientras que en Invierno 45° inclinación, para generar más producción de agua Caliente.

Lo recomendable es en cada época hacer el ajuste de inclinación debido a que se capta mayor radiación. En un día nublado de verano, la instalación solar recibe hasta un 80% de la radiación solar que puede recibir de un día soleado, ya que también aprovecha la radiación difusa reflejada por las nubes. En un día nublado de invierno puede recibir un 25% de la radiación respecto a un día soleado.

6.4 Consumo de Agua caliente

Según (Sistemas Solares Térmicos II, 2010) el gasto o consumo de agua caliente sanitaria es el que produce el efecto útil en el aseo personal, lavado de ropa, vajilla, entre otros requerimientos, son los que afectan en gran medida el consumo de energía asociado. Es por esto que debemos conocer cómo se produce estos tipos de consumos de agua para así poder usar de una mejor forma el consumo, producir un mejor rendimiento y racionar más el agua.

Cabe señalar que cada consumo varía por las diferentes viviendas en temas de costumbres de los usuarios al momento de generar consumo de agua, como además, el tipo de artefactos usados para dichos consumos.

Primero, En el caso de la utilización de ducha en vez de una tina de baño, la reducción en ahorro del consumo de agua fluctúa entre el 50%, tanto así de bajar del orden de 120 litros a 60 litros en ducha promedio de 5 min, como además si se corta el agua mientras el usuario se enjabona puede existir un aproximado de 30 litros de ahorro. Por lo tanto, la temperatura de utilización de agua caliente en una ducha es menor al de una tina de baño lo que produce en consumos total de energía es más de un 75%.

Segundo, El caudal de agua depende de la infraestructura de cada vivienda y del equipamiento que se disponga, como en ejemplo si se tiene una presión de red elevada, el consumo será aún mayor al normal aumentando considerablemente. Para estos casos se recomienda usar reductor de presión para disminuir el aumento de agua.

Por último, se debe destacar el consumo de agua sanitaria por mal uso de los artefactos que no produce un efecto útil, como por ejemplo dejar escurriendo el agua o mal cerrado de la llave de paso o dejar mucho tiempo prolongado esperando que el agua caliente alcance una temperatura deseada por el usuario.

6.4.1 Diferencias de Temperaturas

Para tales efectos en diferencias de temperaturas, nos refiere (Sistemas Solares Térmicos II, 2010, pág. 25), mientras más baja sea la diferencia entre agua fría y agua caliente menor será la demanda de energía asociada, es por

esto que es importante que el consumo sea a menor temperatura posible. En el caso que el consumo sea netamente agua fría, no habría demanda de energía.

“Para que el consumo de agua caliente produzca el efecto deseado es necesario que se realice a una determinada temperatura que varía según la aplicación y el usuario” (Sistemas Solares Térmicos II, 2010, pág. 25)

Por lo general el consumo normalmente de agua caliente varía entre los 25 – 37°, tres o cuatro grados sobre la temperatura del cuerpo, que es suficiente para la comodidad de la persona, lo que en efecto el agua menos caliente se utiliza para lavar las manos y la más alta temperatura para limpiezas en fregaderos y otros artefactos similares.

6.5 Consumos

6.5.1 Calculo consumo Agua potable

Según el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado - RIDAA para consumos máximos diarios en Agua potable para una vivienda de 4 personas promedio, según datos tomados de habitantes que viven por casa habitación en la comuna de Futaleufú según INE – 2016, arrojan lo siguiente:

Consumo mensual:

- Casa Habitación: consumo 300 L/hab/día
- 300 L/hab/día * 4 hab = 1.200 litros/día
- 1.000 litros = 1 m³
- 1.200 L/día = 1,2 m³ de agua potable
- 1,2 m³ * 30 días = **36 m³ mes**

Valor consumo m³ en la comuna de Futaleufú según datos entregados por la empresa ESSAL encargada de Agua Potable en la comuna.

1 m³ = \$583 (UF 0,02189).

- 36 m³ * UF 0,02189 = UF 0,7881 mensual en pago de Agua Potable, lo que equivalente al cambio de UF día 30/05/2017
- 1 UF = \$ 26.629,27

\$20.988 mensual pago Agua Potable aproximado.

6.5.2 Calculo Consumo Mezcla Agua Caliente con Agua Fría

Según estudio entregado por (Rheem TERMOTANQUES Nueva Generación, 2016) el consumo para una familia de 4 personas con un baño arroja los siguientes resultados:

- Mezclando agua del termo tanque a 60° C con agua fría a 10° C puede obtenerse aproximadamente 1.7 lts de agua para consumo (40°) por cada litro acumulado en el termo tanque.

Según el estudio entregado, el gasto por consumo de agua caliente y agua fría en 1 litro ocupado para una ducha es el siguiente:

Tabla N° 11: Consumo mezcla agua

	Temperatura	Gasto
Agua Caliente	60 °C	1 litro
Agua Fria	10 °C	0,7 litro
1,7 litro consumo a 40 °C		
Consumo Agua	Agua Caliente	Agua Fria
1 LITRO	0,59 Litros	0,41 litros

Fuente: Elaboración propia según datos de Rheem.

6.5.3 Consumo por ducha

Según estudios entregados por (Gobierno de Chile, 2015), el consumo promedio de cada chileno para gastos de agua potable en servicios de baño arrojaron los siguientes resultados:

- Lavar manos 12 L/min.
- Ducharse 60 Litros por 5 min

- Ducha 60 L/5 min * 4 hab = 240 litros consumo promedio en ocupar agua potable para ducha durante el día.

Según Tabla nos da como resultado final un consumo por parte

Tabla N° 12: Consumo ducha promedio

Consumo Ducha 60 litros por 5 min		
Consumo Agua	Agua Caliente	Agua Fria
240 Litros	141,6 Litros	98,4 Litros

Fuente: Elaboración propia

6.5.4 Calculo consumo de Gas

Según datos publicados por (ENARGAS ente Nacional Regulador del Gas, 2004) en relación al consumo del gas en los artefactos nos da los siguientes resultados:

Tabla N°13: Consumo de gas según artefactos

Consumo de los artefactos	Consumo	
	kcal/h	m3/h
Cocinas		
Quemador chico	1000	0,10
Quemador mediano	1400	0,15
Quemador grande	1800	0,19
Quemador de horno	3000	0,32
Calefones		
10 litros/min	15000	1,61
12 litros/min	18000	1,94
14 litros/min	21000	2,26
16 litros/min	24000	2,58

Fuente: Tabla de consumos de gas en los artefactos ENARGAS

Consideraciones:

- Para tales efectos, tomaremos para investigación un Calefón de 14 litros/min para cálculos de gastos de Gas Licuado en consumo para una ducha de 5 minutos por persona en una vivienda de 4 personas nos arroja un consumo de 20 minutos de ducha por día lo que equivale a 0,33 días.

- En Chile Se comercializan cilindros de 5, 10, 15 y 45 Kg, siendo el más popular el cilindro de gas de 15 Kg por relación precio/cantidad.
- Para estos efectos tomaremos a estudio un cilindro de Gas Licuado para cálculos de 15 Kg con un valor de \$22.000, precio de venta cotizado en Ferretería Flores – Futaleufú a mes de mayo 2017.

Calculo de rendimiento de un cilindro de gas de 15 kg en un Calefón de 14 L/min.

Según (INGEMAC Obras y Servicio de Ingeniería, 2002) el Poder Calorífico de Gas Licuado es el siguiente:

- 1 Kg gas Licuado = 12.013 Kcal.

Datos:

- Cilindro de Gas Licuado: 15 kg
- Poder Calorífico del Cilindro: 180.195 Kcal.
- Calefón 14 L/m Poder calorífico: 21.000 Kcal.
- Ducha 4 personas duración: 0,33 del día.

$$\text{Consumo Hora: } \frac{180.195 \text{ kcal}}{21.000 \text{ kcal}} = 8,58 \text{ horas}$$

$$\text{Rendimientos en dias: } \frac{8,58 \text{ horas}}{0,33 \text{ dias}} = \mathbf{26 \text{ dias}}$$

En resumen, un Cilindro de Gas de 15 Kg nos da un consumo solo para efectos de ducha de 26 días de rendimiento.

Valor de venta Cilindro de 15 Kg \$22.000.

Total gasto de Cilindro en el mes de \$22.000 aproximadamente.

Para dicho estudio y cálculo de rendimiento del consumo de gas en un mes, debemos de considerar que el consumo podría variar por los minutos de ducha que una persona ocupa promedio, además si el calefón es usado para otros fines de uso como lavar manos, lavar losa, u otros consumos; el rendimiento de un cilindro de gas podría bajar considerablemente en rendimiento teniendo que cambiar y reponer un cilindro antes de los 26 días.

6.6 Costos Sistema Termo Solar Atmosférico

Para efectos de investigación se tomara un termo Solar Atmosférico de 250 Litros para estudio de costos de investigación y la utilización del sistema para la vivienda social en la comuna de Futaleufú.

Tabla de valores en diferentes empresas de este tipo de energías:

Tabla N° 14: Cotización de precios termo solar

Capacidad en Litros	Valor en \$	Valor UF
200 Litros	\$218.000	8.28
250 Lts acero Inox + Accesorios.	\$295.120	11,20
300 Litros + Accesorios	\$296.062	11,24

Fuente: Precios de diferentes empresas del rubro de Termo Solar

Valor UF: día 22/12/2016 \$26.340,34

Para efectos de investigación tomaremos como referencia Termo Solar Atmosférico de 250 litros Acero Inoxidable + Accesorio en Empresas NGP

Valor total \$ 295120

Valor uf \$11,20

6.7 Diferencias de Inversión:

- Calefón de 14 litros \$ 170.000 (UF 6,45) precio cotizado en la comuna de Futaleufú, Ferretería Flores.

Tabla N° 15: Diferencias de inversión – Calefón a gas

UF	26340,34	22-12-2016
Gastos	Valor mensual	UF
Consumo Gas	22.000	0,84
Consumo Agua	20.988	0,80
	42.988	1,63

Fuente: Elaboración Propia

- Termo Solar Atmosférico 250 litros
Inversión Inicial de UF 11,20.

Tabla N° 16: Diferencia de inversión – Termo Solar

UF	26340,34	22-12-2016
Gastos	Valor mensual	UF
Consumo Agua	20.988	
	20.988	0,80

Fuente: Elaboración Propia

6.7.1 Flujo

UF día 22-12-2016 \$26.340,34

Tabla N° 17: Flujo de caja – diferencia de inversión

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Calefón 14 Litros	6,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Gas + Agua	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
Acumulado	8,09	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63
TOTAL	8,09	9,72	11,35	12,98	14,61	16,25	17,88	19,51	21,14	22,77	24,41	26,04

Termo Solar 250 Litros	11,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos Agua	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Acumulado	12,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
TOTAL	12,00	12,79	13,59	14,39	15,18	15,98	16,78	17,57	18,37	19,17	19,96	20,76

Calefón	8,09	9,72	11,35	12,98	14,61	16,25	17,88	19,51	21,14	22,77	24,41	26,04
Termo Solar	12,00	12,79	13,59	14,39	15,18	15,98	16,78	17,57	18,37	19,17	19,96	20,76
											Ahorro	5,28

Como resultado final, podemos tomar que en el 6° mes ya recuperamos el dinero de inversión echo por el Termo Solar, tomando en cuenta que haremos una inversión inicial de ambos sistemas de calefacción para una vivienda. Se tomaron para el funcionamiento de cada sistema, los gastos de los servicios mensual en un flujo de caja en un año para analizar y conocer a cuánto tiempo obtendremos un ahorro en el nuevo sistema a implementar para la comuna de Futaleufú, lo que nos arroja que a mitad de año ya produciremos un ahorro a corto plazo con el sistema de termo solar atmosférico.

Con Esto podemos determinar que haremos un ahorro a corto plazo haciendo un cambio del sistema convencional de calefón a gas por el sistema con aprovechamiento de la energía solar, que no contamina y aporta a la comuna un ambiente libre, sin residuos ni contaminaciones que se produce por la emanación de gas.

6.8 Encuesta

“Implementación Termo Solares Atmosféricos”

Habiéndose recopilado información sobre el sistema termo solar, su funcionamiento, costos de adquisición e instalación, se dio paso a una elaboración de una encuesta única y exclusiva para habitantes de la comuna de Futaleufú. A través de esta se desea conocer la opinión y recaudar información sobre el sistema que se ocupa en cada vivienda de la comuna, cuantas personas viven por hogar, para poder corroborar datos entregados por la Municipalidad de Futaleufú de habitantes por viviendas y además con estos, analizar los resultados obtenidos en esta investigación.

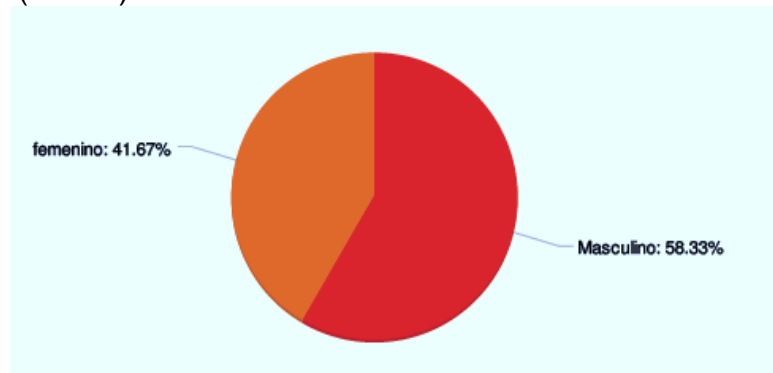
Dicha encuesta, consistió en preguntas cerradas para conocer datos específicos de los habitantes con respecto a este sistema Termo Solar Atmosférico con aprovechamiento de la energía solar para la obtención de agua caliente para usos domésticos. Debido a que este sistema se desea implementar en cada vivienda social para la comuna de Futaleufú haciendo reemplazos en sistema de calefón a gas para ayudar a producir un ahorro en cada habitante y generar una comuna más limpia y saludable con este sistema no contaminante, se dio paso a la encuesta a través de una plataforma online entregadas a habitantes de la comuna y difusión en las redes de la comuna con ayuda de personal municipal para la obtención de mayores resultados.

Debido a que la investigación se busca conocer el sistema que ocupa la comuna para generar agua caliente, se desea concluir y hacer una comparativa con el nuevo sistema Solar no contaminante, para generar un ahorro a corto plazo en los habitantes y generar un impacto ambiental para una comuna más limpia y sin contaminación por sistemas convencionales.

1. Genero

Número de participantes: 36

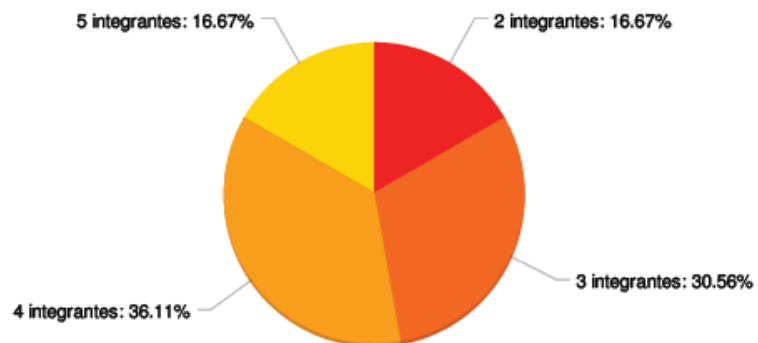
21 (58.3%) Masculino
15 (41.7%) Femenino



1. Cuantas personas viven en su hogar

Número de participantes: 36

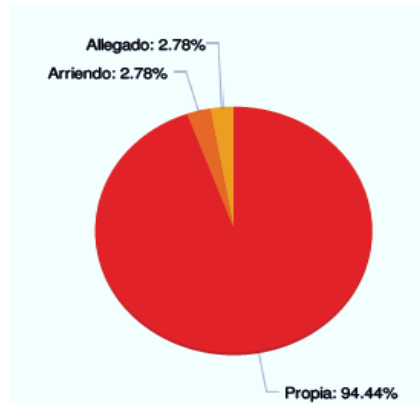
6 (16.7%) 2 integrantes
11 (30.6%) 3 integrantes
13 (36.1%) 4 integrantes
6 (16.7%) 5 integrantes
- (0.0%) + 6 integrantes



2. Qué tipo de vivienda posee

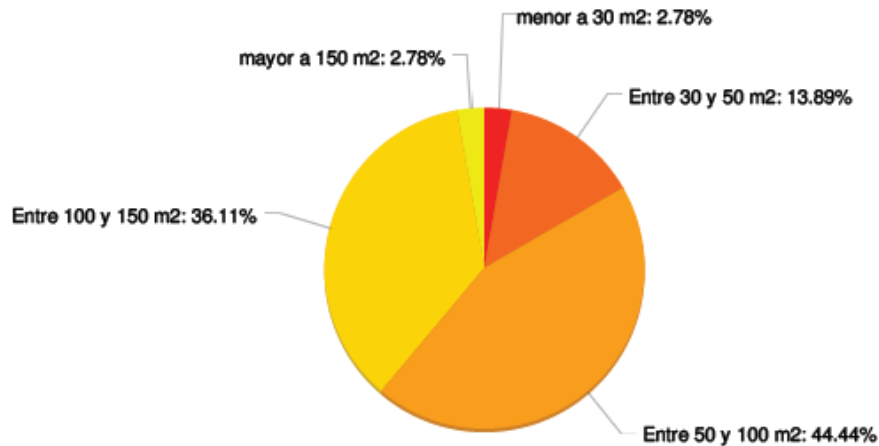
Número de participantes: 36

34 (94.4%) Propia
1 (2.8%) Arriendo
1 (2.8%) Allegado



3. De cuantos m2 es su vivienda
Número de participantes: 36

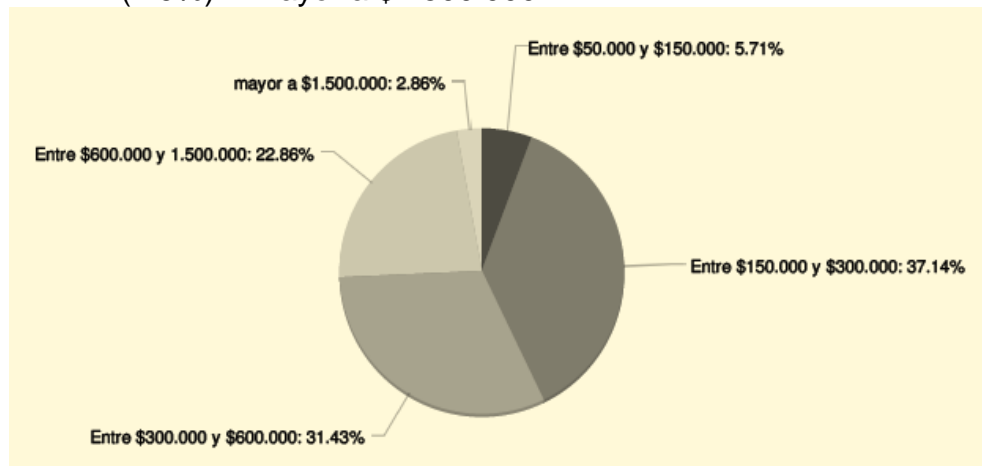
1	(2.8%)	> 30 m2
5	(13.9%)	Entre 30 y 50 m2
16	(44.4%)	Entre 50 y 100 m2
13	(36.1%)	Entre 100 y 150 m2
1	(2.8%)	< 150 m2



4. Cuánto es el ingreso promedio mensual liquido en su grupo familiar
Número de participantes: 35

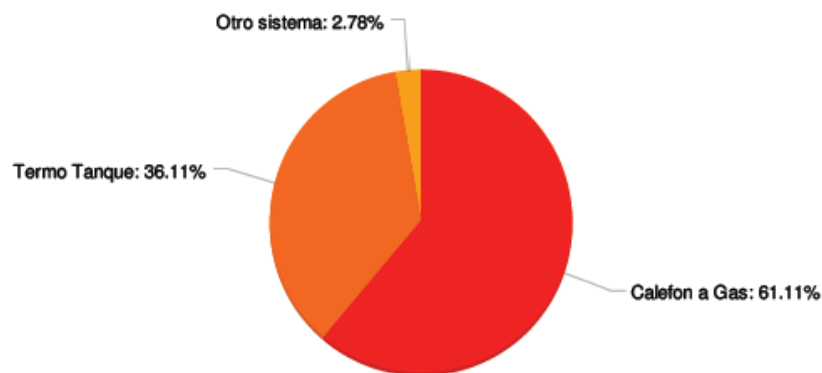
-	(0.0%)	> de \$50.000
2	(5.7%)	Entre \$50.000 y \$150.000
13	(37.1%)	Entre \$150.000 y \$300.000
11	(31.4%)	Entre \$300.000 y \$ 600.000
8	(22.9%)	Entre \$600.000 y \$1.500.000

1 (2.9%) Mayor a \$1.500.000



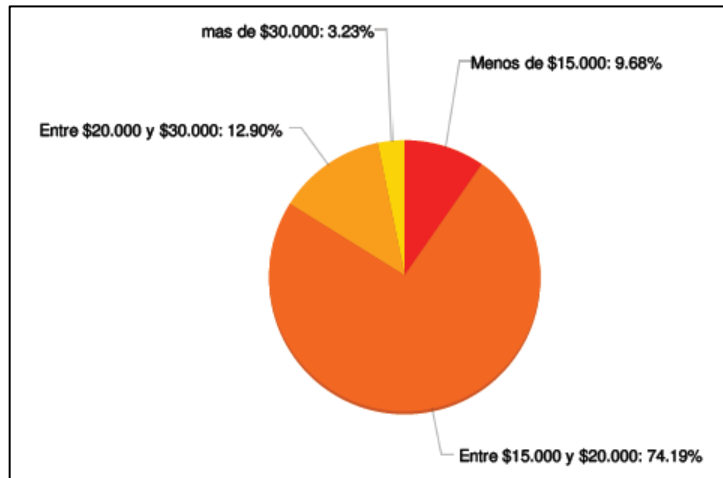
5. Posee en su hogar algún tipo de sistema para generar agua caliente
Número de participantes: 36

22 (61.1%) Calefón a gas
13 (36.1%) Termo Tanque
- (0.0%) Agua caliente en forma manual
1 (1.0%) Otro sistema



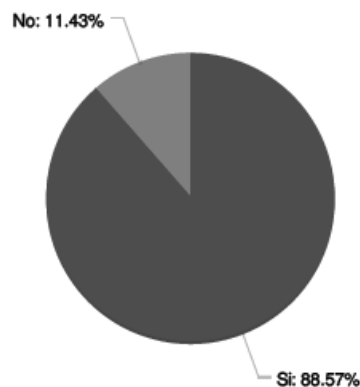
6. En caso de poseer calefón, cuanto es el gasto promedio mensual de consumo de gas para la obtención de agua caliente.
Número de participantes: 31

3 (9.7%) Menos de \$15.000
23 (74.2%) Entre \$15.000 y \$20.000
4 (12.9%) Entre \$20.000 y \$30.000
1 (3.2%) Más de \$30.000.



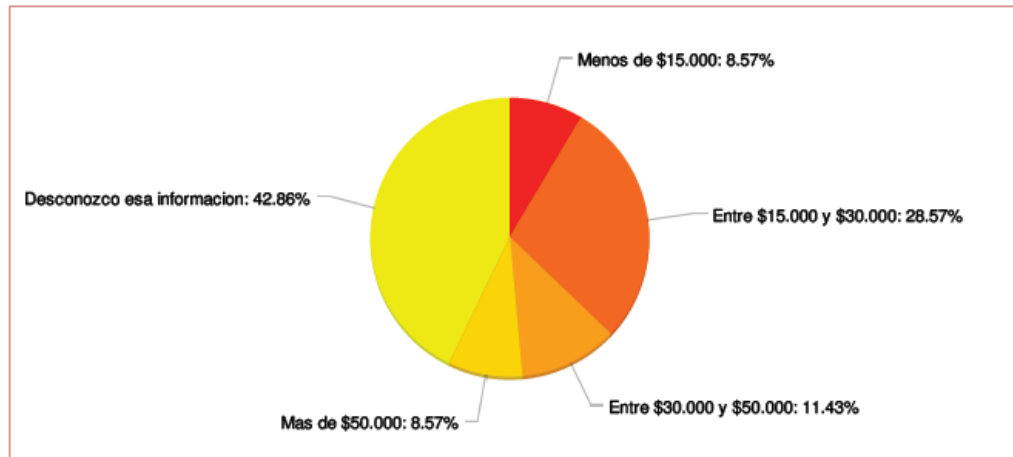
7. Estaría dispuesto a implementar este nuevo sistema en su hogar
Número de participantes: 35

31 (88.6%) Si
4 (11.4%) No



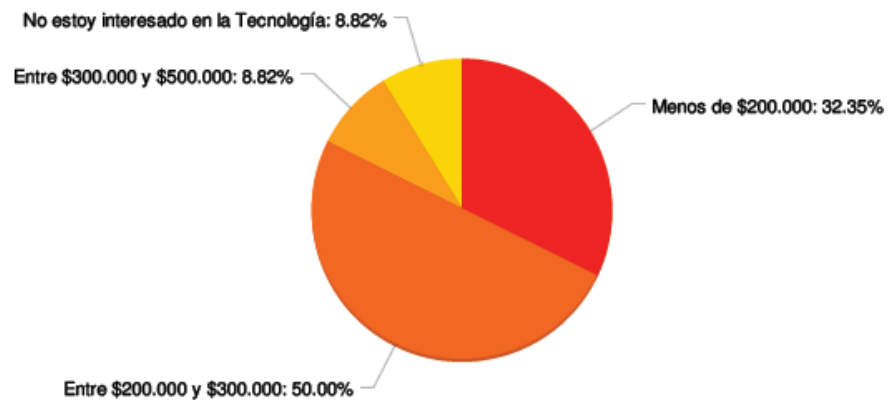
8. Cuanto cree que ahorraría mensual por este nuevo sistema de generar agua caliente
Número de participantes: 35

3 (8.6%) Menos de \$15.000
10 (28.6%) Entre \$15.000 y \$30.000
4 (11.4%) Entre \$30.000 y \$50.000
3 (8.6%) Más de \$50.000.
15 (42.9%) Desconozco esa información.



9. Cuanto estaría dispuesto a invertir por este sistema de calefacción
 Número de participantes: 34

11	(32.4%)	Menos de \$200.000
17	(50.0%)	Entre \$200.000 y \$300.000
3	(8.8%)	Entre \$300.000 y \$500.000
-	(0.0%)	Más de \$500.000.
3	(8.8%)	No estoy interesado en la tecnología.



6.9 Conclusión

Analizando cada punto relevante en la elaboración de este estudio; para generar agua caliente a través de un Termo Panel Atmosférico con aprovechamiento de Energía Solar, primero debemos tener en cuenta el lugar que se encuentra la vivienda social para la instalación de dicho Panel y ver sus temperaturas para que ésta pueda funcionar de forma correcta y ver además, si es rentable frente a otros sistemas convencionales que ya existen en la comuna.

Futaleufú es una localidad emplazada en el sur de nuestro país, por ende el clima es el factor más importante y lo que se debió estudiar para el desarrollo de este proyecto. Se debió tomar datos entregados por la Dirección de Aeronáutica Civil, tomando un promedio anual con la cual la comuna posee en un año promedio, arrojando un promedio de 9,5 ° C anual. Esto nos da como resultados temperaturas muy bajas para que el sistema de Termo Panel pueda funcionar bien y no tenga problemas para obtener la temperatura ideal para ocupar agua caliente generada por Energía Solar.

Para la comuna, éste tipo de energías son pocos conocidas ya que no se posee mucho conocimiento con el tema ni tampoco el riesgo en adquirir el sistema de Termopanel. Para ello se hizo un estudio, analizando principalmente la temperatura del país líder en el mundo en Energías Renovables con aprovechamiento del Sol, para ver en que se basan sus instalaciones y cuál es el factor que utilizan para el funcionamiento del termo panel.

Haciendo un estudio y al final la realización de una comparación con nuestra comuna a instalar el Artefacto, en Berlín – Alemania, la temperatura fluctúa en los 9° C promedio anual lo que nos lleva a tener las mismas temperaturas promedio para poder generar agua caliente a través de Termo Panel. Con esto, nuestro estudio a realizar no tendría problemas en temas de temperaturas ya que funcionaría de manera correcta y alcanzarían las temperaturas que se necesitarían para una ducha normal.

Además, se estudió con un termo Solar Atmosférico ya existente en la comuna de Futaleufú, tomando en diferentes días su temperatura que alcanzaba con el panel solar, en días de lluvia, sol y días nublados, generando con esto, un gráfico que nos muestra el resultado entre temperatura generada por el sistema con ostensión de energía solar y la temperatura que una persona promedio se toma una ducha normal.

Como resultado de las temperaturas no se tuvo problema, ya que fueron tomadas en época de invierno donde las temperaturas son más bajas del año en la comuna de Futaleufú, teniendo un correcto funcionamiento y alcanzando en límite de temperaturas de duchas.

Como anexo se realizó una encuesta a los habitantes de la comuna con el único objetivo de conocer cuántas personas por vivienda habitacional residen y además cual es el sistema convencional que los pobladores utilizan para poder generar agua caliente en sus viviendas. Los resultados arrojaron que el 60% de la comuna utiliza Calefón a Gas.

Con este resultados y el de temperaturas se dispuso a ocupar un sistema de Bypass lo que nos ayuda a subir las temperaturas que en un día pueda obtener el termo solar, activando con el sistema de bypass el uso del Calefón a gas únicamente y solo para subir la temperatura bajo el mínimo que se ocupa para una ducha o el que uno tenga programado, cortándose automáticamente el bypass y el uso de gas con el Calefón a Gas.

Como concluíamos anteriormente la comuna en un 60% ocupa el sistema convencional de Calefón a Gas produciendo un gasto excesivo en cilindros de gas mensual para poder general agua caliente, tomando en cuenta que la comuna es muy difícil el acceso a ella a través del territorio Chileno, llegando en su mayoría todos los precios inflados con respecto al mercado normal.

Además como resultado final, viendo el consumo de agua y consumo de gas en un mes normal, haciendo el pago con los valores que posee la comuna de Futaleufú actualmente, los precios con inflación suben constantemente cada cierto tiempo, produciendo así una disconformidad en los clientes de la comuna y además la contaminación que se produce por el uso del sistema convencional hacen que se pueda buscar una solución lo antes posible para que los pobladores puedan tener un ahorro en sus ingresos.

Otro punto a favor en la comuna es que se comenzó hace ya algunos periodos una descontaminación en hacia el medio Ambiente, sacando todas las bolsas plásticas, recolección de materiales desechables, entre otros, todo esto para mantener una comuna limpia y libre de contaminación.

Con todo lo anterior podemos llegar a la conclusión que el sistema de Termo Solar Atmosférico con aprovechamiento gratuito de la Energía Solar, es completamente rentable con respecto al estudio y gastos que hacen las personas de Futaleufú para generar agua caliente mensualmente. En el Flujo

de Caja nos da claramente que la inversión que podríamos realizar con este nuevo sistema de Energía Renovables, ya en el 6° mes ya recuperaríamos nuestra inversión y sin tener que seguir adquiriendo mensualmente cilindros de gas para poder generar agua caliente ya sea para duchas u otros usos con agua caliente dentro del hogar.

Como conclusión final, el Termo Panel Atmosférico para generar agua caliente en una vivienda en la comuna de Futaleufú para esta tesis es factible la instalación tanto por temas de ahorro para las personas de la comuna como también hacer todos juntos una comuna libre de contaminación y usos de energías Renovables.

BIBIOLGRAFÍA

1. Diario El Dinamo. (14 de 07 de 2015). *El Dinamo*. Obtenido de Chile es por lejos el líder sudamericano en energía solar: <http://www.eldinamo.cl/ambiente/2015/07/14/chile-es-por-lejos-el-lider-sudamericano-en-energia-solar/>
2. Ecopanel - Manual del Usuario. (2012). *THC Solar S.A.* Obtenido de ecopanel: www.ecopanel.cl
3. ¿Que son las Energias Renovables? Twenergy. (23 de 03 de 2012). *Twenergy*. Obtenido de <http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>
4. Antusolar, Solar Termico. (2010). *Antusolar Ltda.* Obtenido de Antusolar: <http://www.antusolar.cl/solar-termico/>
5. Carlos Aliaga. (2009). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN DE LUMINARIAS SOLARES PARA LA CIUDAD DE TOCOPILLA. En C. Aliaga , I. Fuentes, & J. Gonzalez. Santiago: Universidad de Chile.
6. *ENARGAS ente Nacional Regulador del Gas*. (2004). Obtenido de Tabla de consumos de gas de los artefactos: <http://www.enargas.gov.ar/SimuladorConsumos/Tabla.php>
7. Energia Renewable Contaminante. (10 de 04 de 2011). *ERENOVABLE*. Obtenido de <https://erenovable.com/energia-renovable-contaminante/>
8. (2010). Energia Solar Termica - Tecnicas para su aprovechamiento. En P. R. Martinez, *Energia Solar Termica Tecnicas para su aprovechamiento*. Barcelona: marcombos.
9. Energia Solar Wikipedia. (2016). *wikipedia - Energia Solar*. Obtenido de Wikipedia La Enciclopedia Libre: https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar
10. Energias Renovables Chile. (2008 - 2016). *Energias Renovables*. Obtenido de <http://www.energiasrenovable.cl/seccion2.php>
11. (2013). ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES PARA USO DOMICILIARIO. En C. G. Paul. Santiago: UNIVERSIDAD DE CHILE Facultad de Derecho .
12. Gobierno de Chile. (01 de 2015). *Gobierno de Chile*. Obtenido de www.gob.cl
13. *INGEMAC Obras y Servicio de Ingeniería*. (2002). Obtenido de Tabla Poder Calorífico de Combustible: <http://usuarios.arnet.com.ar/ingemac/wdatosutiles.htm>

14. Ingesurosorno . (s.f.). *Ingesurosorno Ltda.* Obtenido de Ingesurosorno Ltda:
http://ingesurosorno.cl/index_htm_files/energiasolar.pdf
15. Ingesur Ltda. (s.f.). *Ingesur Ltda.* Recuperado el 01 de 11 de 2016, de Ingesurosorno:
http://ingesurosorno.cl/index_htm_files/energiasolar.pdf
16. (Julio 2014). Instalación de energía solar termica para produccion de agua caliente sanitaria en un hospital. En D. A. Muñoz, *Trabajo Fin de Grado*. Sevilla: Departamento de Ingeniería Energética - Universidad de Sevilla.
17. José A, R. (12 de 06 de 2015). *El periodico de la energia*. Obtenido de La fotovoltaica mundial triplicará su capacidad instalada hasta 540 GW en 2020:
<http://elperiodicodelaenergia.com/la-fotovoltaica-mundial-triplicara-su-capacidad-instalada-hasta-540-gw-en-2020/>
18. José A. Roca. (12 de 06 de 2015). *el periodico de la energia*. Obtenido de La fotovoltaica mundial triplicará su capacidad instalada hasta 540 GW en 2020:
<http://elperiodicodelaenergia.com/la-fotovoltaica-mundial-triplicara-su-capacidad-instalada-hasta-540-gw-en-2020/>
19. Lopez-Cózar, J. M. (Octubre 2006). *Energía Solar Termica - Manual de Energías Renovables*. Madrid: IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
20. *NGP ENERGIA LIMPIA A SU ALCANCE*. (2016). Obtenido de <http://www.ngp.cl/termo-solar-atmosferico-200l/>
21. *Rheem TERMOTANQUES Nueva Generación*. (2016). Obtenido de Ejemplo de calculo de consumo : <http://www.rheem.com.ar/Termotanques/Caracteristicas/Conceptos-funcionamiento/Ejemplo-de-calculo-de-consumo>
22. (2010). SISTEMAS SOLARES TERMICOS II. En *SISTEMAS SOLARES TERMICOS II Guía de diseño e instalacion para grandes sistemas de agua caliente sanitaria* (pág. 28). Vitacura.
23. Sistemas Solares Térmicos II. (2010). Guía de Diseño e Instalación para Grandes Sistemas de Agua Caliente Sanitaria. En M. d. MINENERGIA, *SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS II, Guía de Diseño e Instalación para Grandes Sistemas de Agua Caliente Sanitaria* (Vol. 1° Edición, pág. 25). Santiago: Imprenta Maval Ltda.
24. *Solar Pacifico*. (s.f.). Obtenido de <http://www.solarpacifico.cl/como-funciona-un-termosolar-atmosferico/>

25. *twenergy*. (s.f.). Obtenido de *twenergy*: <http://twenergy.com/a/que-son-las-energias-renovables-516>
26. *veoverde* - Fabiola Torres. (22 Julio 2013). Alemania consigue uso record de energia solar. *veoverde*, <https://www.veoverde.com/2013/07/alemania-consigue-uso-record-de-energia-solar/>.
27. *Veoverde*. (06 Febrero de 2013). Entrevista VV: Modelo energetico Aleman puede implementarse en 5 años. *Veoverde*, <https://www.veoverde.com/2013/02/experta-alemana-en-energias-renovables-en-chile-hay-un-problema-de-indecision-y-de-precios/>.
28. (Diciembre 2006). Vision de la Industria Solar en Chile - . En A. -A. Solar, *Energia Solar* (pág. 18). Copiapo.